

Der Einfluß von Spurenelementen auf die Entwicklung des Zooplanktons in Karpfenbrutstreckteichen

Margret Mackeldey

1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Zoologisch-Parasitologischen Institut der
Tierärztlichen Fakultät der
Universität München
Vorstand: Professor Dr.Dr.h.c. H. L i e b m a n n

DER EINFLUSS VON SPURENELEMENTEN
AUF DIE ENTWICKLUNG DES
ZOOPLANKTONS IN
KARPFENBRUTSTRECKTEICHEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
M a r g r e t M a c k e l d e y
aus
Wuppertal-Elberfeld

München 1971

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent: Prof. Dr.Dr.h.c. H. Liebmann
Korreferent: Doz. Dr. H. Erbersdobler

Tag der Promotion: 2. Juli 1971



Für Ottmar und Matthias

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Literatur	2
1. Sinn und Aufgabe der Karpfenbrutstreckteiche	2
2. Naturnahrung	2
3. Zooplankton des Pelagials	5
A) Phyllopoden	5
B) Copepoden	9
C) Rotatorien	11
4. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons in der Literatur	12
5. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons aus Fischdärmen in der Literatur	16
6. Teichdüngung im allgemeinen	19
7. Teichdüngung mit Spurenelementen	23
III. Die natürlichen Bodenverhältnisse der Wielenbacher Ver- suchsteiche	28

	Seite
IV. Eigene Untersuchungen	30
1. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons aus dem gedüngten Teichwasser	30
a) Material	30
b) Methodik	32
c) Ergebnisse	34
2. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons der gedüngten Teiche aus Fischdarmen	37
a) Material	37
b) Methodik	37
c) Ergebnisse	38
V. Diskussion der Ergebnisse	42
VI. Zusammenfassung	49
VII. Literaturverzeichnis	54

I. Einleitung

Seit Mitte dieses Jahrhunderts häufen sich in Verbindung mit der steigenden Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion in zunehmendem Maße die Beobachtungen über auftretenden Mikronährstoffmangel bei Pflanze und Tier.

Da auch die Teichwirtschaft immer mehr intensiviert wird, liegt es nahe, eine Parallele zwischen beiden Wirtschaftszweigen zu suchen.

Anhand von acht Teichen, die verschieden gedüngt werden, soll in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, ob ein bestimmter Korall-Algen-Dünger, der wichtige Spurenelemente enthält, mehr als die üblichen Düngerarten das Wachstum des Zooplanktons, und somit auch die Karpfenzuwachsrates, günstig beeinflusst.

II. Literatur

1. Sinn und Aufgabe der Karpfenbrutstreckteiche

In den Brutstreckteichen befinden sich diejenigen Kv, die im Laufe des Sommers zu K_1 heranwachsen (S c h ä p e r c l a u s , 1967, a).

Die zweckmäßigste Größe für die einsömrigen Karpfen ist nach H o f m a n n (1967) ein Durchschnittsgewicht von 30 - 50 g, nach S c h ä p e r c l a u s (1967, b) ein solches von 20 - 25 g.

Laut S t e g m a n (1965) überwiegen bei den K_1 über dem Durchschnittsgewicht solche, die sich auch im 2. Jahr in der überdurchschnittlichen Zuwachs- und Gewichtsklasse befinden. Bei den K_1 unter dem Durchschnittsgewicht überwiegen solche, die sich auch im 2. Jahr in der unterdurchschnittlichen Zuwachs- und Gewichtsklasse befinden.

2. Naturnahrung

Unter Naturnahrung verstehen wir alle im Wasser lebenden niederen Tiere. Wir unterscheiden hier zwischen den im Wasser schwebenden Kleintieren, dem Zooplankton, und den Boden- und Ufertieren, je nach Lebensraum. Zur Naturnahrung gehört auch das Phytoplankton, die kleinsten Organismen aus dem Pflanzenreich, z.B. die Algen, die ihrerseits wieder für das Zooplankton die Nahrungsgrundlage bilden.

Der größte Vorteil, den die Karpfenteichwirt-

schaft gegenüber anderen Betrieben der tierischen Produktion besitzt, besteht darin, daß der Karpfen praktisch alle qualitativ hochwertigen Nährstoffe, die er zur Vermehrung seiner Körpermasse benötigt, aus der "natürlichen Weide", den Fischnährtieren des Karpfenteiches, bezieht (S c h ä p e r c l a u s , 1962).

Der zitierte Verfasser sagt weiter, daß sich die wichtige Frage ergibt, welche absoluten Mengen an Naturnahrung je ha von den Karpfen insgesamt aufgenommen werden und ob sie ausreichen, den Zuwachsbedarf zu befriedigen.

Bei einem Anteil von 40% effektiven Naturzuwachses am Gesamtzuwachs besteht dem Kaloriengehalt nach 30% des Gesamtkaloriengehaltes der Nahrung aus Eiweiß, und zwar 22% aus tierischem Eiweiß der Naturnahrung.

Dieser Wert kann für den Produktionsbedarf bei normalem Wachstum als ausreichend angesehen werden.

Mischplankton aus Daphnien und Copepoden enthält nach K r i e g s m a n n (1970) 90% Wasser, die restlichen 10% Trockengewicht bestehen aus 44% Eiweiß, 22% Fett, 22% Kohlehydraten und 12% Asche. Neben den erwähnten Hauptinhaltsstoffen spielen in Spuren vorhandene, z.T. wohl aus dem Phytoplankton des Darminhaltes mancher Plankter stammende Wirkstoffe eine erhebliche Rolle.

Nach wenigen, bisher vorliegenden Angaben hat der Futterquotient des Zooplanktons (Feuchtgewicht) einen sehr günstigen Wert, nämlich 1:1,9. (nach L i l l e l u n d).

Untersuchungen über die quantitative Bodennährtierentwicklung weisen Mangelzeiten für die Karpfenernährung nach. Diese sind durch natürliche Schwankungen im Nährtiervorkommen, sowie durch Verzehr bei besonders hoher Fischdichte bedingt.

Der quantitative Entwicklungsgang der Zooplanktonmenge, dessen Höhepunkte in der Regel im Sommerhalbjahr zu erwarten sind, wird demgegenüber durch die zur Zeit wirtschaftsübliche Karpfensatzdichte kaum in dieser Stärke beeinflusst, so daß hier die Grenze der Nutzungsmöglichkeit noch nicht erreicht ist (M e r l a , 1966).

B a r t h e l m e s (1965) weist auch darauf hin, daß auch unter den Bedingungen der gezielten Eiweißzufütterung die Karpfennährtierproduktion ihre Schlüsselstellung behält. Die gezielte Förderung der Naturnahrung in Minimizeiten ist das Problem.

Je intensiver die Teichwirtschaft in den letzten Jahren betrieben wurde (M e r l a , 1969), umso mehr nahm die Bedeutung der Größe mittlerer Nährtiermengen als a b s o l u t e r Wertmaßstab zur objektiven Beurteilung der Teiche ab.

Zur Klärung der a u g e n b l i c k l i c h e n Nahrungssituation für Karpfen in Teichen ist die Untersuchung der Zooplankton a r t e n stets sehr aussagefähig.

Die Nährtiere des Karpfens als Teil der tierischen Zwischenproduktion stehen dem Karpfen im Stoffkreislauf der Teiche am nächsten. Ertragsfähigkeit ist auf diesem Wege nur von gleich bewirtschafteten Teichen relativ einzuschätzen.

3. Zooplankton des Pelagials

Die wichtigsten Tiere des Teichplanktons gehören zu den niederen Krebsen (Cladoceren oder Wasserflöhen und Copepoden oder Hüpferlingen) und zu den Rädertieren (Rotatorien).

Der einzige Plankter aus der Gruppe der Insekten, der eine Rolle spielt, ist die Larve der Büschelmücke (Sayomyia)*.

(Schäperclaus, 1967, c).

A. Phyllopoden (Blatt- oder Kiemenfüßer)

Sie sind produktionsbiologisch von größter Wichtigkeit für den Karpfenteich.

Wegen der Vielfalt der Arten beschränkt sich das hier Gesagte auf die in Wielenbach gefundenen Planktonkrebstiere.

Unterordnung: Cladocera

Familie: Daphnidae

Gattung: Daphnia longispina

Gattung: Ceriodaphnia spec.

Gattung: Diaphanosoma spec.

Familie: Bosminidae

Gattung: Bosmina spec.

Familie: Ostracoda

* : früher Corethra

Die einzelnen Arten sind sehr schwer zu bestimmen, weil selbst dicht beieinander liegende Gewässer unterschiedliche Populationen enthalten können (H e r b s t, 1962).

Die Daphnien haben nach H o f m a n n (1967) eine Größe von 0,5 - 3 mm.

Es ist wichtig, über den Entwicklungsang der verschiedenen Zooplanktonkrebstierarten Bescheid zu wissen, da sich diese Versuchsreihe in Wielenbach über mehrere Monate erstreckte.

Über die Entwicklung der Phyllopoden schreibt M i t t e l h o l z e r (1969), daß die Eier aus dem Ovar in einen Brutraum austreten, der bei Daphnia und Bosmina innerhalb der Schale gelegen ist. Dort erfolgt die Embryonalentwicklung, verbunden mit einer beträchtlichen Größenzunahme. Die benötigten Nährstoffe werden vom Muttertier geliefert.

Nach dem Austritt aus dem Brutraum ins freie Wasser besitzen die jungen Tiere sofort die Gestalt der Erwachsenen, von denen sie nur durch die geringere Größe und das Fehlen des Brutraumes unterschieden sind.

Bei Daphnien wird nach 5 Häutungen die Geschlechtsreife erlangt, nach weiteren fünf ist die endgültige Größe praktisch erreicht, bis zum Tode können jedoch noch weitere 10 Häutungen ablaufen.

Die Phyllopoden pflanzen sich hauptsächlich parthenogenetisch fort. Die Befruchtung durch fakultativ auftretende Männchen führt zu Dauereiern.

B a r t h e l m e s (1967) meint dazu, daß man für die Daphnien einen größeren Produktionsraum benötigt als für Bodentiere. Sie brauchen eine zehn mal so große Schicht wie die Chironomiden, vermehren sich aber in großen Mengen und legen Dauereier, die überwintern. Die Chironomiden schlüpfen und fliegen weg, sind also für die Fische verloren.

Über die Populationsdynamik der Daphnien machte M i t t e l h o l z e r (1969) Versuche im Greifensee, der ein flacher, stark eutropher Mittel-landsee ist und unseren Verhältnissen am ehesten entspricht.

Es ist wichtig, die Temperatur des Wassers genau zu kennen, da von ihr die Entwicklungsgeschwindigkeit der Tiere abhängt.

Bei den Daphnien läßt sich, im Gegensatz zu den Copepoden, keine eindeutige Populationsanalyse durchführen, da sie sich parthenogenetisch vermehren und eine Population nicht in deutlich getrennte Generationen aufgeteilt werden kann.

Im Greifensee zeigte die Daphnienpopulation zwei scharf getrennte Perioden mit starker Bevölkerungsentwicklung, die erste im Juni, die zweite im September/Okttober. Die Bevölkerungsdichte betrug in beiden Perioden ungefähr 60 Tiere/ l. Auffallend sind die Schwankungen der Embryonenzahl pro embryonentragendem Weibchen: Vor Beginn der großen Populationsdichte liegt sie hoch (3 - 6 Embryonen/Weibchen).

Die Sommerpopulation weist nur wenige Männchen auf, während gegen Ende der Herbstpopulation der Anteil der Männchen an der Gesamtzahl steigt.

Im Greifensee ist das Vorkommen der Gattung *Daphnosoma* streng auf die Sommermonate beschränkt. Im Mai und Juni besteht im Greifensee eine gewaltige *Bosmina*-Population.

Auch Hall (1964) weist darauf hin, wie wichtig die Temperatur des Wassers ist.

Es werden Daphnien bei drei verschiedenen Temperaturen (11°C , 20°C , 25°C) herangezogen. Außerdem wählt man drei verschiedene Algennahrungskonzentrationen.

Bei 25°C wurden Junge jeden 2,0-ten Tag hervorgebracht, bei 20°C jeden 2,6-ten Tag, bei 11°C jeden 8,0-ten Tag.

Die mittlere Lebensspanne beträgt 30 Tage bei 25°C , 60 - 80 Tage bei 20°C und ungefähr 150 Tage bei 11°C . Je höher die Nahrungskonzentration, desto mehr Junge werden hervorgebracht.

Nahrung bewirkt also die Wachstums- und Gesamtsumme je Erscheinungsform.

Die Zahl der Tiere einer Population ist zu keiner Zeit des Populationsablaufs ein Maß für die augenblicklich herrschenden Produktionsverhältnisse, sondern erlaubt lediglich Rückschlüsse auf zurückliegende Bedingungen.

Die Zahl der Subitaneier spiegelt das 1 - 2 Tage zurückliegende Nahrungsangebot wieder und ist als Kriterium für den Zustand einer Daphnienpopulation verwertbar (Schneithauer, 1966).

B. C o p e p o d e n (Ruderfuskrebse oder Kupferlinge)

Sie stehen in Bezug auf die Wichtigkeit in produktionsbiologischer Hinsicht im Karpfenteich an zweiter Stelle.

Unterordnung: Calanoida

Familie: Diaptomidae

Gattung: Diaptomus spec.

Familie: Cyclopidae

Gattung: Cyclops spec.

Nach H o f m a n n (1967) beträgt die Größe der Copepoden 0,5 - 1 mm.

M i t t e l h o l z e r (1969) weist darauf hin, daß die Eier von den Weibchen in Eiersäcken am Körper getragen werden, jedoch ohne physiologische Verbindung zum Muttertier.

Diaptomus spec. haben einen Eiersack, Cyclops spec. deren zwei.

Nach dem Schlüpfen folgen 5 Nauplienstadien, die jeweils durch eine Häutung voneinander getrennt sind. Der Nauplienkörper weist keine Segmentierung auf.

Auf die Nauplienstadien folgen wieder 5 durch Häutungen getrennte Copepoditstadien.

Die Copepoditen weisen ähnliche Körperformen auf wie die erwachsenen Tiere, die jüngeren Stadien aber sind plumper.

Die Längen der verschiedenen Lebensphasen (Ei - Nauplie - Copepodit) zusammen ergeben die theoretische Entwicklungsdauer.

Die Dauer der verschiedenen Entwicklungsstadien nimmt mit sinkender Wassertemperatur zu.

Was die Populationsdynamik der Copepoden anbelangt, so beobachtete der oben genannte Verfasser im Greifensee 3 Sommergenerationen (erste Julihälfte, Mitte Juli, Mitte August), deren letzte die größte Eiproduktion der ganzen Untersuchungsperiode liefert. Das hier Gesagte gilt für *Diaptomus spec.*

Bei *Cyclops spec.* nimmt er an, daß hier die Nauplien überwintern, da keine Eiproduktion vorausgeht.

T o n o l l i (1964) beweist durch Untersuchungen an *Eudiaptomus vulgaris*-Populationen, daß das Durchschnittsalter der Erwachsenen-Populationen während der verschiedenen Jahreszeiten zwischen 20 und 54 Tagen variiert.

Er und E d m o n d s o n (1964) halten es für erwiesen, daß die Menge Eier/Weibchen einer Zooplanktonprobe als ein Hinweis auf die Reproduktionsrate gelten kann, und tatsächlich kann umgekehrt auf die tägliche Eierproduktionsrate geschlossen werden, wenn die Entwicklungsdauer bekannt ist. Weiter hat sich gezeigt, daß in einigen Planktonpopulationen die Eierproduktionsmenge mehr oder weniger mit der Planktonmenge konform geht.

Dahingehend äußert sich auch E i n s e l e (1967), der meint, daß sich die Zufuhr organischer und anorganischer Nährstoffe auf das Crustaceenplankton erst mittelbar auswirkt. Die ersten Veränderungen im Organismenbestand eines Sees sind selbstverständlich in der Qualität und Quantität des Phytoplanktons festzustellen.

C. R o t a t o r i e n (Rädertiere)

Auch sie gehören mit zu den wichtigsten Tieren des Teichplanktons. Sie haben besondere Bedeutung in Laich- und Brutteichen.

Familie: Rotatoria
Gattung: Asplanchna spec.
Gattung: Keratella spec.

Die Rotatorien haben die Höchstgrenze von 2 mm nie überschritten, da das Wachstum nicht durch Zellteilung, sondern durch Vergrößerung der einzelnen Zellen infolge Wasseraufnahme erfolgt.

Man findet fast immer nur Weibchen, die man am Keimdotterstock erkennt. Männchen findet man nur zu bestimmten Zeiten und in sehr geringer Zahl.

Die Vermehrungsart der Rotatorien ist die Heterogonie.

Meistens werden die Eier an Pflanzen geklebt, die Keratellaarten betreiben Brutpflege (W u l f e r t, 1969).

Was die Populationsdynamik der Rotatorien angeht, so meint der Verfasser weiter, daß die Zahl der jeweils anwesenden Tiere im Laufe des Jahres starken Schwankungen unterworfen ist. Die zahlenmäßig größte Entfaltung einer Art, die gewöhnlich mit dem Auftreten von Männchen verbunden ist, nennt man Maximum.

Im allgemeinen haben Seen und Teiche ihre Höchstzahlen in den Monaten Juli bis September. Die Verteilung der Rotatorien ist innerhalb der Wassermasse nicht gleichmäßig.

4. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons in der Literatur.

Die Planktonkunde wurde populär, als A p s t e i n und Z a c h a r i a s (1907) mittels Siebnetzen versuchten, Plankton aus Binnengewässern zu gewinnen.

In Bezug auf die Planktonforschung gibt es nach S c h w o e r b e l (1966) zwei Probleme:

- a) die quantitative Entnahme von repräsentativen Proben und
- b) das Zählen der Organismen

zu a)

Zur Entnahme von Plankton aus den Gewässern empfiehlt er

1. Netze 2. Wasserschöpfer 3. Wasserpumpen

Anschließend soll das Zooplankton mit 2 - 3%-iger Formalinlösung fixiert und konserviert werden.

zu b)

Beim Zählen der Organismen ist es das Ziel, die Planktondichte und -zusammensetzung, bezogen auf ein Wasservolumen, zu ermitteln.

Der oben genannte Verfasser rät zu folgender Reihenfolge:

1. Entnahme der Probe und Herstellen einer geeigneten Konzentration.
2. Einfüllen in die Zählkammer von 1 ccm Inhalt oder auf eine Zählplatte (8 mal 4 cm), die auch einen Inhalt von 1 ccm hat und mit schrägen Glasleisten versehen ist. Außerdem ist sie längsgeritzt. Mit einer Stempelpipette werden Zählkammer oder -platte gefüllt.
3. Zählen der Organismen (Zählprotokolle anlegen!)
4. Berechnen des Planktongehaltes der Gesamtprobe.

Wichtig ist ein vollständiges und richtiges Erfassen der Proben.

Der Verfasser sagt weiter, daß das Plankton im See nicht gleichmäßig verteilt ist und daß es Vertikalwanderungen macht.

Er erwähnt auch einzelne Planktonwolken infolge lokaler Wasserströmungen und zeitlich verschobene Entwicklungsrythmen in verschiedenen Teilen des Sees.

Horizontale Unterschiede in der Verteilung des Planktons, entstanden durch die sogenannte aktive Flucht aus der Uferzone, beschreibt S i e b e c k (1964).

Nach W a l t e r (1912) ist die Durchschnittsdichte in der horizontalen Verteilung des Planktons an den Stellen, welche der Durchschnittstiefe des Teiches entsprechen.

Demnach soll man in Teichen mit einer solchen von 1 m die vertikalen Proben an den Stellen nehmen, welche die Tiefe von 1m haben.

Er bestimmt die Planktonproben volumetrisch, das heißt, er mißt 5 - 10 Stichproben in ruhig stehenden Meßzylindern und gibt Formalin dazu. Das Plankton setzt sich innerhalb von 24 Stunden am Boden ab.

Dann werden die ccm abgelesen und durch die Anzahl der Netzzüge dividiert.

Auf diese Weise erhält er Resultate von annähernder Richtigkeit, was er für praktische Zwecke als ausreichend erachtet.

Ähnlich macht es L a n g h a n s (1936), der ein Standardstocknetz Nr. 18 an bestimmten Stellen des Teiches 10 mal hin und her zieht, die Proben absitzen läßt und das Volumen in ccm mißt. Er sagt, daß er auf diese Art gut vergleichbare Ergebnisse erhalte.

Aus verschiedenen Seen nimmt H e r b s t (1961) Schöpferproben mit einem Ruttner-Schöpfer (Inhalt 1 l), den L i e b m a n n (1951) beschreibt.

Der vertikale Abstand der Schöpferproben beträgt 1 - 5 m.

Der gesamte Inhalt kommt in einen Kunststofftrichter, an dessen Ablauf sich ein Planktongazenetz Nr. 18 befindet.

Nach dem Ablaufen kommt die Probe in eine Flasche - Formalin wird zugesetzt - dann wird das Plankton nach Utermöhl ausgezählt.

K r z e c z k o w s k a (1961) und K a n g a s (1964) machten ähnlich lautende Versuche.

Z i e g e l m e i e r (1938) äußert sich auch dahingehend und betont, daß die Proben immer in gleichen Abständen genommen werden müssen und aus der gleichen Tiefe stammen sollen, auch die Wassermenge muß immer die gleiche sein.

Interessant sind die Versuche von J o h n s o n (1964), der nach dem Auszählen jede Probe trocknet (bei 65°C 72 Stunden lang) und dann wiegt, sodann verascht und wieder wiegt. Diese Trocken- und Aschengewichte dienen ihm als Grundlage für die Bestimmung des Trockengewichtes der niederen Krebse.

Da bei starkem Wind pelagische Cladoceren zu einer Seite des Teiches abdriften können, rät M e i j e r i n g (1970), den Teich immer von mehreren Ufern aus zu befischen, um quantitative Fehleinschätzungen zu vermeiden.

Ein Zooplanktonnetzzug stellt eine sehr kleine Stichprobe aus der Population des ganzen Sees dar.

Seine Aussagekraft wird nach M i t t e l h o l z e r (1969) vor allem durch die unregelmäßige räumliche und zeitliche Verteilung des Zooplanktons eingeschränkt. Die Zuverlässigkeit kann gesteigert werden durch eine große Zahl von Proben, die entweder zur gleichen Zeit über den ganzen See verteilt, oder an derselben Stelle in kurzen zeitlichen Abständen entnommen werden.

Die Zooplanktonfänge erfolgen bei ihm mit einem Nansen-Schließnetz aus monofilem Nylongewebe. Die Proben werden immer unmittelbar nach dem Fang mit 4%-igem Formalin konserviert.

Beim Zählen in der Zählkammer unterscheidet er bei den Phyllopoden zwischen eiertragenden und nicht eiertragenden Tieren und Männchen.

Bei den Copepoden werden Copepoditen, Männchen, Weibchen und eiertragende Weibchen unterschieden.

M a t h i s e n (1964) beschreibt den Gebrauch von Planktonpumpen.

Über die Verwendung von Röhren zur Gewinnung von repräsentativen Planktonproben aus Flachgewässern berichtet B a r t h e l m e s (1966). Er sagt, daß Durchmesser und Röhrenmaterial das Fangresultat nicht beeinflussen und gibt den günstigsten Durchmesser mit 1,3 - 5,7 cm an.

5. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons aus Fischdärmen in der Literatur

Im Jahre 1961 untersuchte S a a d i (1965) 1571 Fische aus Laich-, Vorstreck- und Brutstreckteichen auf ihre Nahrung.

Im Allgemeinen fraßen die Tiere bei reichlichem Angebot 90% Planktonkrestiere.

Insgesamt fraßen die Fische dieser Untersuchungen 83% Planktontiere, 13,7% Ufertiere und 3,1% Bodentiere.

Wachstumsuntersuchungen in Laich- und Vorstreckteichen ergaben, daß die Tiere am besten wachsen, wenn sie große Planktoncrustaceen fressen.

W i n d e l l (1968) beschreibt 5 Methoden, mit denen man feststellen kann, wieviel Nahrung aufgenommen wurde:

1. Häufigkeitsmethode

Die Magen, in denen gleiche Nahrung gefunden wird, werden als Prozentsatz für die Gesamtzahl aller untersuchten Mägen genommen.

2. Numerische Methode

Die Anzahl der Individuen von jeder Futtersorte in jedem Darm wird berechnet.

3. Volumetrische Methode

Sie wird angewandt, wenn große Mengen vorhanden sind und auf Einzelheiten kein Wert gelegt wird. Die Futtermenge im Magen wird durch Wasserverdrängung gemessen.

4. Gravimetrische Methode

Die verschiedenen Futterorganismen werden sortiert, womöglich nach Arten bestimmt und dann das Trocken- oder Feuchtgewicht jeder Art gemessen.

5. Punktemethode

Man berechnet die prozentuale Zusammensetzung des Futters aller untersuchten Fische anhand von Punkten.

Über 3 Methoden, den Nahrungsverbrauch von Wildfischen zu schätzen, berichten D a v i s und W a r r e n (1968):

1. Eine Anzahl Wildfische wird gefangen gehalten. Einige werden in regelmäßigen Abständen getötet und die Menge der Nahrung im Darm bestimmt. Nach der fehlenden Nahrung und der ursprünglich vorhandenen Menge wird der tägliche Verbrauch geschätzt.

2. Es wird die im Stoffwechsel entstandene Futterenergie geschätzt, wobei man annimmt, daß 80% der Nahrung verwertet wird. So kann man die Summe der Energieäquivalente des Fischwachstums bestimmen.

3. Man bestimmt die Stickstoffrate, die durch den Kot, die Kiemen oder die Nieren ausgeschieden wird, und zwar von Fischen, die erst kurz in Gefangenschaft sind. Dann addiert man die Summe der Stickstoffverluste zu den Stickstoffgewinnen, welche durch das Wachstum der Fische erzielt werden.

Der Stickstoffgehalt des verbrauchten Futters wird als Summe dieser Verluste und Gewinne angenommen. Diese Methode heißt Nitrogen-Balance-Method und ist in der UdSSR gebräuchlich.

6. Teichdüngung im allgemeinen

Unter Teichdüngung versteht man jede künstliche Zufuhr von Stoffen zwecks Ertragssteigerung.

Es handelt sich dabei nicht nur um einen Ersatz der in den erzeugten Fischen enthaltenen und mit ihrer Entfernung verlorengegangenen Nährstoffe, sondern ebensosehr um die Auffüllung des durch Auswaschung, Windverwehung, Versickerung oder Nährstofffestlegung verkleinerten Bodenvorrates an Pflanzennährstoffen.

Auch die Beseitigung zu hoher Säuregrade im Boden und im Wasser, die bessere Zersetzung organischer Stoffe und die Aufschließung mineralischer Bestandteile sind eine wichtige Aufgabe der Teichdüngung (S c h ä p e r c l a u s, 1967, d).

A. Organische Düngung

Sie besteht aus Jauche, Kompost, Gründüngung und städtischen bzw. industriellen organischen Abwässern.

B. Anorganische Düngung

a) Kalkung

Eine Kalkung ist in Wielenbach seines Mineralstoffreichtums wegen nicht erforderlich. Siehe auch B a n k (1967).

b) Phosphatdüngung

Die Hauptbedeutung des Phosphors liegt nach S c h ä p e r c l a u s (1967, e) darin, daß er als Nährstoff über die Planktonalgen den Nährtierertrag im Teich steigert oder die Stickstoffbindung der Bakterien und Cyanophyceen fördert.

Er sagt weiter, daß die Phosphordüngung, außer der organischen Düngung und der Kalkung, die einzige ist, deren Erfolg so gut wie immer außer jedem Zweifel steht.

Einen weiteren Beitrag zu diesem Thema liefert P r o b s t (1950).

Superphosphat, mit dem die Wielenbacher Teiche gedüngt wurden, enthält außer 16 - 18% wirksamer Phosphorsäure auch Begleitnährstoffe und Spurenelemente (B a n k, 1963); siehe Vollanalyse S.21.

D i c k e n s und R a d m a c h e r (1955) ermittelten mit Hilfe der chemischen Emissions-Spektralanalyse den Gehalt an Spurenelementen im Thomasphosphat. Die hierin enthaltene Menge an Spurenelementen kann nach ihrer Ansicht bei regelmäßiger Düngung Mangelkrankheiten an Pflanzen und Tieren weitgehend verhindern. Ähnlich äußert sich auch S c h a r r e r (1941).

c) Kalidüngung

Die Kalidüngung hat in den mineralstoffreichen Teichen von Wielenbach keine eindeutigen Ergebnisse erbracht.

d) Stickstoffdüngung

Schon H o f e r (1916) sprach davon, daß es möglich sei, die Produktivität der Teiche durch künstliche Düngung zu steigern, auch ohne Zufuhr von Stickstoff, weil es im Boden und im Wasser der Teiche stickstoffsammelnde Bakterien gibt, die den Stickstoff der Luft unter bestimmten Bedingungen in ihren Leibern festlegen und so den übrigen Organismen des Teiches zur Verfügung stellen.

Superphosphat 18%

Vollanalyse der landwirtschaftlichen Versuchs-
station Annen-Hof, 2 Hamburg 68 (Sasel)
vom 31. 8. 1970.

18,92%	Gesamt- P_2O_5
18,13%	wasser- und citratlösliche P_2O_5
17,07%	wasserlösliche P_2O_5
1,57%	freie Phosphorsaure (P_2O_5)

31,88%	SO_3
28,72%	CaO
1,24%	F
1,22%	SiO_2
0,49%	Al_2O_3
0,34%	Fe_2O_3
0,31%	Na_2O
0,24%	MgO
0,16%	K_2O

20 g/dz	Zink (Zn)
20 g/dz	Bor (B)
12 g/dz	Mangan (Mn)
4 g/dz	Kupfer (Cu)
1,2g/dz	Jod (J)
0,5g/dz	Molybdän (Mo)
0,3g/dz	Kobalt (Co)

Auch S c h ä p e r c l a u s (1960) äußert zu diesem Thema, daß die Stickstoffdüngung jahrelang in Wielenbach und Sachsenhausen erprobt wurde, ohne daß es zu nennenswerten Düngeerfolgen kam. Er sagt hier, daß die Teichwirtschaft den unschätzbaren Vorteil hat, mit einer stickstofflosen Teichdüngung auszukommen.

Derselbe Verfasser schreibt im Jahre 1965 und im Jahre 1966 über Versuche, die beweisen, daß die Stickstoffdüngung unter vergleichbaren Verhältnissen eindeutig eine Erhöhung des Grobplanktons in der Zeit von Juli bis September zur Folge hatte. Es sei durch die Stickstoffdüngung in Abwachsteichen (mit und ohne Fütterung) ein beachtlicher Mehrertrag an Karpfen erreicht worden. (S c h ä p e r c l a u s, 1965 und 1966).

Nach Aussage von H e r z o g und H e t e s a (1968) wird mit der Kombination von Ammonsulfat und Superphosphat im Jahre 1964 ein hoher Effekt erzielt.

In Auswertung des internationalen Standes auf diesem Gebiet und der Erfahrung aus eigenen Versuchen schlägt auch M ü l l e r (1969) vor, Phosphate und Stickstoffdünger gleichzeitig in einem bestimmten Verhältnis zu verabfolgen, um im Wasser eine für das Phytoplankton günstige Nährlösung herzustellen.

Im Durchschnitt habe sich das Verhältnis von $P : N = 1 : 10$ bewährt.

7. Teichdüngung mit Spurenelementen

Als Spurenelemente werden nach S c h ä p e r - c l a u s (1964) solche chemischen Grundstoffe bezeichnet, die für den Ablauf der Lebensprozesse bei Pflanze und Tier nur in äußerst kleinen Mengen benötigt werden und in diesen Mengen unentbehrlich sind.

Zugleich ist es aber wichtig zu wissen, daß diese Spurenelemente den Organismen in großen Mengen nicht zuträglich sind und daß bei stärkerer Zufuhr schwere Schädigungen auftreten können.

Die Spurenelemente haben also physiologisch einen viel größeren Wirkungswert als die 10 klassischen Pflanzennährstoffe, die Makroelemente.

Der oben genannte Verfasser nennt als wichtigste Spurenelemente: Bor, Kupfer, Mangan, Zink, Molybdän, Kobalt, Vanadium, Jod, Fluor, Aluminium, Titan, Lithium und Chrom.

Bei Tieren sind sie am Aufbau von Fermenten, Hormonen und Vitaminen beteiligt. Viele wichtige Fermente sind Metallproteide, an deren Aufbau Kupfer, Molybdän, Zink und andere Spurenelemente teilnehmen. Dementsprechend sind sie auch als Reizdünger, katalytische Elemente, Mikro- und Hochleistungselemente bezeichnet worden. Diejenigen von ihnen, die nicht nur zufällige Bestandteile sind, sondern zu den eigentlichen Baustoffen der Organismen gehören, werden auch Mikronährstoffe genannt.

Sehr wenig wissen wir heute über die Bedeutung der Spurenelemente für die Fruchtbarkeit unserer Gewässer.

Bei Kulturen der Planktonalge *Scenedesmus* stellte sich heraus, daß Vanadium lebensnotwendig ist. Bei *Chlorella* ist Zink unentbehrlich. Mangan wird von Wasserpflanzen stärker gespeichert als von Landpflanzen. Die stickstoffbindenden Blaualgen zeigen eine Abhängigkeit von Molybdän.

S c h ä p e r c l a u s (1964) meint weiter, daß es grundsätzlich zwei Möglichkeiten gibt, den Fischen Spurenelemente zuzuführen:

Einmal durch die Düngung der Teiche und zum anderen durch Zugabe der Spurenelemente zum Futter.

Er erinnert daran, daß es darauf ankommt, die Menge der Spurenelemente im Teich optimal zu gestalten, weil schon etwas überoptimale Mengen schwere Vergiftungen hervorrufen können.

Zum Spurenelementvorrat in den Teichen sagt er, daß man theoretisch annehmen kann, daß Teiche, die arm an Mineralsalzen sind, auch wenig Spurenelemente haben.

Es besteht wenig Klarheit darüber, welche Mengen von Spurenelementen überoptimal sind.

Lediglich vom Kobaltchlorid weiß man, daß sich in der UdSSR ein Zusatz von 10 g Kobaltchlorid zu 14 kg Mischfutter bewährt hat und eine um 16% bessere Futterausnutzung bewirkt haben soll (S u c h o m e r c h o w und K r y m o w a, 1961).

Zum gleichen Thema meint allerdings S c h ä p e r c l a u s (1965), es ergäbe sich, daß weder mit der in der UdSSR als vorteilhaft erprobten Menge an Kobaltchlorid, noch mit einem nach theoretischen Erwägungen zusammengesetzten Gemisch von Spurenelementen, bestehend aus den Sulfaten von Kobalt, Zink, Mangan und Kupfer, ein Mehrzuwachs erzielt werden konnte.

Es trat im Gegenteil ein Rückgang des Ertrages ein.

Er weist erneut darauf hin, daß vor der willkürlichen Verfütterung von Spurenelementen an Karpfen dringend gewarnt werden muß.

L i e d e r (1963) meint dazu, daß die geringe Zahl quantitativer Analysen der in Frage kommenden Elemente und vor allem das Fehlen gründlicher, unter produktionsbiologischer Fragestellung durchgeführter Untersuchungen noch keine fundierte Diskussion der einschlägigen Probleme gestatten.

Was die Teichdüngung mit Spurenelementen betrifft, so veröffentlichte S t r e m p e l (1967) Düngungsversuche mit dem Spurenelementdünger Excello in seinem Teichwirtschaftsbetrieb in Platjenwerbe aus dem Jahre 1966. Dieser Dünger enthält Kupfer, Zink, Eisen, Aluminium, Mangan und Kobalt.

Strempel wiederholt diese Versuche in den folgenden 2 Jahren und berichtet über gute Erfolge mit Mehrzuwachs von mindestens 30%

(S t r e m p e l, 1968/69).

Im Gegensatz zu den Versuchen in Norddeutschland sind die Ergebnisse von Excello-Versuchen auf verschiedenen Teichböden des Aischgrundes schlecht. (L u k o w i c z, 1969).

Er glaubt, daß die Ursache in den unterschiedlichen Wasser- und Bodenverhältnissen zu suchen ist, da es sich in Platjenwerbe um moorige Böden handelt und da Versuche durch Großbetriebe und Versuchsanstalten selbst in unmittelbarer Nachbarschaft abweichende Resultate bringen können.

Außerdem hebt er auch die große Gefahr der Überdosierung besonders hervor.

V e t t e r und T e i c h m a n n (1968) berichten über Feldversuche mit gestaffelten Kupfer- und Stickstoffdüngergaben in Weser-Ems.

Die Kupfergaben werden in den meisten Fällen in Form des Mikronährstoffdüngers Excelllo verabreicht. In allen Fällen brachte die Kupferdüngung (5 oder 10 kg/ha) wesentliche Mehrerträge.

Die Verfasser geben an, daß Kupfer in Kombination mit erhöhten Stickstoffgaben weitaus besser wirke als bei ortsüblicher Stickstoffgabe.

In Wielenbach liefen im Jahre 1969 Versuche in Karpfenteichen (bisher unveröffentlicht) mit dem metallischen Spurenelementdünger Excelllo. In allen Teichen, in denen man zusätzlich Excelllo einsetzte, war der Gesamtzuwachs geringer.

Zur selben Zeit wurden Versuche mit dem Meeresalgenkalk-Dünger Algomin durchgeführt, die anscheinend etwas bessere Ergebnisse zeigten.

Nach den Angaben von T i m a c - I m p o r t (1969) ist Algomin ein Korall-Algen-Dünger, der bisher in der Landwirtschaft gute Erfolge zu verzeichnen hatte. Er soll alle Spurenelemente, die wir kennen, lückenlos enthalten. Diese würden von einem pflanzlichen Organismus, einer Meeresalge, gebildet und lägen deshalb in einer pflanzlich-organischen Bindung vor.

Die möglicherweise gute Wirkung von Algomin als Teichdünger soll in dieser Arbeit genauer untersucht werden.

Korall-Algen

Analyse (bezogen auf 10 dz) nach T i m a c - Import

800 - 850 kg	Kalkkarbonat
100 - 150 kg	Magnesiumkarbonat
40 - 50 kg	Kieselsäure
20 - 40 kg	organische Substanz
12 - 15 kg	Eisen
8 - 10 kg	Kalkphosphat
4 - 7 kg	Schwefel
1,5 - 2 kg	Kali
400 - 500 g	Jod
350 - 450 g	Mangan
150 - 200 g	Indium
100 - 120 g	Zinn
80 - 100 g	Bor
40 - 50 g	Fluor
40 - 50 g	Chrom
30 - 50 g	Blei
30 - 50 g	Kupfer
30 - 50 g	Zink
30 - 40 g	Titan
5 - 7 g	Nickel
3 - 4 g	Molybdän
1 - 2 g	Kobalt
1 - 2 g	Selen
und ca. 30 g andere	

III. Die natürlichen Boden- verhältnisse der Wielen- bacher Versuchsteiche

Der Nährstoffgehalt des Bodens, meint F i s c h e r (1931), ist bei der Auswahl für den zukünftigen Teich nicht maßgebend, sondern die physikalische Beschaffenheit des Obergrundes, das heißt, die Dichte der Bodenbestandteile und die Ausbildung der Bodenprofile.

Über die in 3 Bodenkomplexe eingeteilten Wielenbacher Versuchsteiche sagt W a l t e r (1931), daß sich dieselben mit der teichwirtschaftlichen Leistungsfähigkeit dieser Teiche decken.

Die in Wielenbach untersuchten Teiche Nr. 90 - 97 liegen im Komplex I (Teich 90 - 93) und im Komplex II (Teich 94 - 97) und besitzen einen tonigen Lehm Boden, unter welchem sich eine Ton-Mergelschicht befindet, in die stellenweise reichlich Kalk eingelagert ist.

Die Böden der Teiche 90 - 93 werden nach der genannten Einteilung als mittelgut bezeichnet, die der Teiche 94 - 97 als gering.

Die Einteilung in drei Komplexe erklärt F i s c h e r (1931) im Jahre 1913 aus den Bodenverhältnissen dieser Teiche:

Er macht Durchlässigkeitsbestimmungen, indem er 100 ccm destilliertes Wasser durch 80 g Boden in 10 cm hoher Schicht filtriert.

Bei Komplex I gelingt das in 19 Tagen, bei Komplex II in 100 - 110 Tagen.

Im Laufe der Zeit bildet sich über jedem Boden der bekannte schwarze Teichschlamm, der aus feinstem kolloidalem Schlamm, durchsetzt mit Resten abgestorbener Pflanzen und Tiere besteht, und aus der sogenannten Zooglöa, einer zusammenhängenden schleimigen Bakteriendecke. Dies bedingt eine natürliche Abdichtung des Bodens.

Der Teichboden als Nährstoffträger tritt aber nur durch die ins Wasser übergeführten Nährstoffe in Tätigkeit. Nach S c h ä p e r c l a u s (1967, f) ist unter "Teichboden" nur die oberste, aktive Schicht dieses Bodens zu verstehen, die meistens nur 3 - 5 cm dick ist und die in irgendeiner Weise zum Teichwasser und zum Stoffhaushalt des Teiches in Beziehung steht. Überhaupt sind die Beziehungen zwischen Wasser und Boden in der Teichwirtschaft die Kernpunkte des Problems.

IV. Eigene Untersuchungen

1. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons aus dem gedüngten Teichwasser

Die Durchführung von orientierenden Teichdüngungsversuchen soll nach S c h ä p e r c l a u s (1967, g) möglichst einfach gestaltet werden.

5 Punkte möchte er vor allem beachtet wissen:

1. Alle Teiche müssen mit den gleichen Fischen, das heißt Fischen aus einem Winterteich und annähernd gleichem Stückgewicht besetzt werden.
2. Alle Teiche erhalten die gleiche Besatzzahl.
3. Es dürfen nur gesunde Fische verwendet werden.
4. In jedem Versuchsteich darf nur ein Faktor gegenüber dem Vergleichsteich verändert werden.
Düngungsversuche werden deshalb auch ohne Fütterung durchgeführt.
5. Alle Teiche sind von Überwasserpflanzen freizuhalten.

a) Material

Zur Verfügung standen 8 Teiche à 2000 m² mit einer Durchschnittstiefe von 0,50 m und einem Karpfenbesatz von 2000 KvS (Spiegelkarpfenvorstreckbrut).

Das kalte Frühjahr des Jahres 1970 machte es unmöglich, die Karpfen zur gewohnten Zeit ablaichen zu lassen. Die Kv wurden erst Ende Juli in die Brutstreckenteiche gebracht, was eine Verzögerung von fast einem Monat bedeutete.

Aus diesem Grunde und auch wegen des Hinweises von S c h ä p e r c l a u s (1967, h), daß sich eine Phosphatdüngung in mehreren, über Frühjahr und Sommer verteilten Portionen nicht ertragssteigernd auswirkt, wurden die Teiche am 21. 7. 70 ein Mal gedüngt, und zwar:

Teichgruppe I

Teich 90 und 91: Superphosphat (39 kg)

Teichgruppe II

Teich 92 und 93: Superphosphat (39 kg) +
Algomin (80 kg)

Teichgruppe III

Teich 94 und 95: Superphosphat (39 kg) +
Ammonsulfat (40 kg)

Teichgruppe IV

Teich 96 und 97: Superphosphat (39 kg) +
Ammonsulfat (40 kg) +
Algomin (80 kg)

Eine Teichkalkung ist in Wielenbach seines Mineralstoffreichtums wegen nicht erforderlich.

Alle Teiche erhielten zusätzlich 100 g Karmex (Diuron) zur Bekämpfung der Unterwasserpflanzen.

Was die Dosierung von Algomin in der Landwirtschaft betrifft, so gibt V a s l o t (1969) für schwere Lehmböden 15 - 20 dz/ha (alle 3 Jahre) an. Für leichte Sand- und Niederungs-Moorböden gibt er 6 - 7 dz/ha (jährlich) an.

b) Methodik

Alle Teiche wurden 15 Wochen lang (vom 27. 7. - 5. 11. 70) jede Woche ein Mal zwischen 9 Uhr und 9 Uhr 30 auf ihre Zooplanktonmengen und -arten untersucht.

Zu Beginn der Versuchsreihe wurden Proben zu verschiedenen Tageszeiten entnommen, die Zeit zwischen 9 Uhr und 9 Uhr 30 brachte aber stets das größte Zooplanktonangebot in Bezug auf jede gefundene Planktonkrebstierart.

Gleichzeitig wurden die Temperaturen des Wassers und der Luft gemessen.

Die Lichtintensität wurde nur in Form der jeweiligen Wetterlage berücksichtigt.

Es wurden immer aus 2 Teichen Planktonproben entnommen. Die Entnahme erfolgte mit einem Plankton-Stocknetz aus Nylon (Maschenweite 236 μ), das einen Durchmesser von 32 cm hat.

Die Röhrenmethode nach B a r t h e l m e s (1966) und die Methode der Planktonentnahme mittels eines Ruttner-Schöpfers wurden zu Beginn der Versuchsanstellung ebenfalls ausprobiert.

Die Röhrenmethode konnte ich als Einzelperson vom Ufer aus nicht zufriedenstellend ausführen.

Die Schöpfermethode wurde deshalb ausgeschieden, weil trotz größter Vorsicht beim Eintauchen des Gefäßes Sayomyialarven und Diaptomus spec. oft vollständig verdrängt wurden, während sie zur gleichen Zeit am gleichen Ort mittels Planktonnetzes in großen Mengen zu finden waren.

Von 3 verschiedenen, zu Beginn der Versuche genau festgelegten, Uferstellen aus wurde das Netz jeweils 1 m horizontal durch das Teichwasser gezogen, wobei es einer Wassersäule von 240 l das Zooplankton entnahm.

Das im Netz angesammelte Plankton wurde dann in 95 ccm Wasser aufgeschwemmt, dazu kamen 5 ccm Formalin zur Konservierung (= 100 ccm).

Anschließend wurden 5 Proben à 1 ccm auf einer Zählplatte (Inhalt 1 ccm) nach S c h w o e r b e l (1966) ausgezählt.

Die Gesamtzahl jeder Zooplanktonart wurde durch 5 dividiert, um den Inhalt aus 1 ccm Wasser zu erhalten.

Diese Zahl mit 100 multipliziert ergab den Planktoninhalt einer bestimmten Art aus 240 l Teichwasser.

Zum Schluß wurde dieser Inhalt auf 1 cbm Teichwasser umgerechnet.

Diese Berechnungen finden ihren Ausdruck in den graphischen Darstellungen für die Teiche 90 - 97 (siehe Anhang).

c) Ergebnisse

Aus den graphischen Darstellungen für die Teichgruppen I und II geht hervor, daß die mengenmäßig größte Anzahl von *Daphnia longispina* zwischen dem 10. und 18. 8. zu finden war.

Zwischen dem 7. und 14. 9. hatten *Diaptomus spec.* ihre Spitze.

Die größte Anzahl von *Cyclops spec.* fand sich am 11. 8.

Die meisten *Ceriodaphnia spec.* und *Bosmina spec.* zeigten sich zwischen dem 22. und 29. 9.

Die Rotatorien hatten ihre erste Spitze am 4. 8. und nach längerer Pause noch eine zweite Anfang Oktober.

Teich Nr. 90 ist als Ausnahme zu werten, da er als einziger stark von Laichkraut durchwachsen war. Seine Ergebnisse lagen im Durchschnitt zur Hälfte unter denen von Teich 91.

In der zusätzlich mit Algomin beschickten Teichgruppe II war keine Zunahme in Bezug auf die Zooplanktonwachstumsrate gegenüber der Teichgruppe I zu erkennen.

Es zeigte sich eher ein leichter Rückgang, bezogen auf die Anzahl der Planktonorganismen je cbm Teichwasser.

Ende August waren die *Daphnia longispina* und die *Diaptomus spec.* sehr groß. Nach Schäperclaus (1967, 1) sind die auftretenden Zooplanktonarten umso größer, je ertragreicher der Teich ist.

Die graphischen Darstellungen der Teichgruppen III und IV zeigen die größte Anzahl von *Daphnia longispina* am 12. 8.

Ebenso am 12. 8. hatte die Teichgruppe III ihre größte Menge von *Diaptomus spec.*, bei der Teichgruppe IV lag die Spitze zwischen dem 27. 8. und dem 3. 9.

Die höchste Populationsspitze von *Cyclops spec.* hatten die Teiche 95, 96 und 97 am 5. 8. , Teich 94 hatte sie am 12. 8.

Die *Ceriodaphnia spec.* hatten ihre höchste Spitze bei Teichgruppe III am 26. 8., bei Teichgruppe IV am 6. 8.

Die Spitzenwerte von *Bosmina spec.* lagen bei allen Teichen zwischen dem 26. 8. und dem 1. 10.

Bei Teichgruppe III zeigten die Rotatorien ihre erste Spitze am 5. 8., ihre zweite Spitze am 22. 10. Bei Teichgruppe IV hatten sie eine erste Spitze am 30. 7. und eine zweite am 23. 10.

Die graphischen Darstellungen der Teichgruppen III und IV zeigen eine deutliche Zunahme der Planktonkrebstiermengen gegenüber den vorhergehenden Teichgruppen I und II.

Es erwies sich, daß die Teichgruppe IV, die zusätzlich mit Algin gedüngt wurde, innerhalb der verschiedenen Zooplanktonarten ein gutes Ergebnis zeigte.

Teich 96 hatte die meisten *Ceriodaphnia spec.* und die meisten Rotatorien aller Versuchsteiche, bezogen auf 1 cbm Teichwasser.

Teich 97 produzierte die größte Anzahl *Daphnia longispina* und *Cyclops spec.* aller Versuchsteiche.

Nur *Diaptomus spec.* und *Bosmina spec.* lagen mengenmäßig etwas unter den für diese zwei Arten gefundenen Werten von Teichgruppe III.

Ende August/ Anfang September waren auch hier die *Daphnia longispina* und die *Diaptomus spec.* sehr groß.

Die Gattung *Diaphanosoma spec.* wurde unregelmäßig und in so geringer Zahl gefunden, daß auf eine graphische Darstellung verzichtet werden mußte.

Das gleiche gilt für die Ostracoden, die in den Teichproben selten zu finden waren, im Fischdarm dagegen manchmal bis zu 5% des gesamten Darminhaltes ausmachten.

Auch Nauplien und Sayomyialarven konnten ihres unregelmäßigen Auftretens wegen nicht in einer graphischen Darstellung zusammengefaßt werden.

2. Die quantitative Bestimmung des Zooplanktons der gedungenen Teiche aus Fischdärmen.

a) Material

Gleichzeitig mit den Planktonproben wurden in durchsichtigen Plexiglas-Fischfallen^x K_v/K_1 gefangen, von denen je 3 (pro Woche und pro Teich) auf ihren Darminhalt untersucht wurden.

Im Durchschnitt wurden bis zum Abfischen je Teich 30 (= 10 x 3) Fische gefangen und untersucht.

b) Methodik

Je 3 Karpfen wurden getötet, gewogen und gemessen. Daraufhin wurde der Magen-Darmtrakt entnommen und ausgestreift.

Der Inhalt jeden Darmes wurde in 50 ccm Wasser so gut wie möglich homogenisiert und auf einer Zählplatte nach S c h w o e r b e l (1964) (Inhalt 1 ccm) ausgezählt.

Beispiel: Auszählen der Daphnien (*Daphnia longispina*)

Es werden 3 mal 1 ccm entnommen und ausgezählt. Die ausgezählten Daphnien werden durch 3 geteilt. Das ergibt den Daphnieninhalt aus 1 ccm Homogenisat. Dieses Ergebnis wird mit 50 multipliziert. Das wiederum ergibt die Gesamtzahl der Daphnien im Darm.

^x : nachgebaut nach Angaben von Ricker, W. E. : Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP Handbook No. 3, sec. Print., p. 179. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 1970

c) Ergebnisse

Es zeigte sich, daß in allen Fällen bis zum Tage des Abfischens der normale Korpulenzfaktor von 1,8 (S c h ä p e r c l a u s, 1967, j) erreicht wurde; bei 75% der untersuchten Karpfen lag er darüber.

Der Korpulenzfaktor gibt an, wann der Eiweißverlust durch Abmagerung seine kritische Grenze erreicht.

Ferner erwies sich, daß die Fische bis zu einem Gewicht von 30 g in den meisten Fällen bis zu 85% Zooplankton aufgenommen hatten, wobei *Daphnia longispina* und *Diaptomus spec.* das größte Kontingent stellten; (s. graphische Darstellung S. 39). Auch Ostracoden (5%) ließen sich im Darm nachweisen, und zwar fast immer in lebendem Zustand, während, wie schon erwähnt, bei der Untersuchung des Teichplanktons diese Krebstiere äußerst selten in Erscheinung traten.

Die übrigen 15% entfielen auf Algen, Detritus und Insektenlarven (meist *Sayomyialarven*, selten *Chironomidenlarven*).

Bei den Fischen von 30 - 38 g KG bestand der Darminhalt in den meisten Fällen zu 35% aus Algen, Detritus und Insektenlarven, während 65% auf das Zooplankton entfielen. Hier wurde ein größerer Anteil von *Cyclops spec.* und *Bosmina spec.* im Vergleich zum Gesamtinhalt gefunden.

Bei 38 - 50 g KG sank der Anteil des Zooplanktons im Fischdarm bei diesen Versuchen auf 40%.

Alle zu Beginn der Untersuchungen vorhandenen Planktonkrebstierarten wurden bis zum Abfischungstag in unterschiedlichen Mengen in den Fischdärmen

gefunden, mit Ausnahme von Ceriodaphnia spec. und Rotatorien, die nicht nachgewiesen werden konnten.

Es hat sich gezeigt, daß die zahlenmäßig größte Menge einer Zooplanktonart im Fischdarm nicht mit der Populationsspitze derselben Art im Fischteich zusammenfällt.

Der Sommer 1970 muß Erwähnung finden, da er bis in die 10. Versuchswoche hinein viel Sonne und wenig Regen brachte.

Die Durchschnittswassertemperatur betrug im August 19,2°C, im September 16°C und im Oktober 9,7°C.

DARMINHALT DER K₁ BEI VERSCHIEDENEN KÖRPERGEWICHTEN

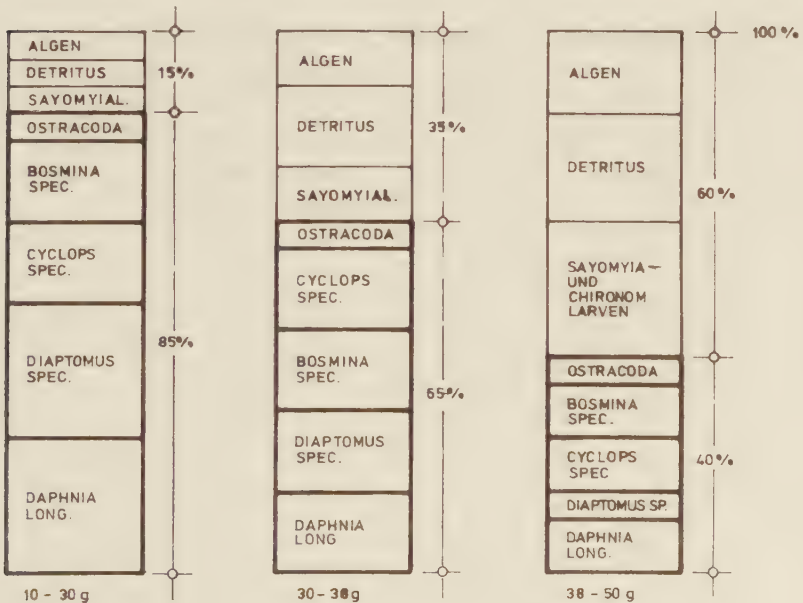


Tabelle 1:

Besatz und Düngung der Teiche

Besatz			
Teich Nr.	Datum	Stück KvS	Düngung am 21.7.70
90 + 91	24.7.70	2000	Superphosphat (39 kg)
92 + 93	24.7.70	2000	Superphosphat (39 kg) + Algomin (80 kg)
94 + 95	24.7.70	2000	Superphosphat (39 kg) + Ammonsulfat (40 kg)
96 + 97	24.7.70	2000	Superphosphat (39 kg) + Ammonsulfat (40 kg) + Algomin (80 kg)

Tabelle 2:

Abfischung

Teich	Datum	Stück	Durchschn. gew.d. K_1	Gesamtzuwachs
Nr.		K_1	in g	in kg
90	29.10.70	1876	21,9	36,34
91	2.11.70	1950	24,0	43,52
92	3.11.70	1813	24,0	38,02
93	3.11.70	1841	23,0	36,76
94	4.11.70	1848	33,0	53,53
95	4.11.70	1765	34,0	50,43
96	5.11.70	1875	33,6	56,85
97	5.11.70	1704	42,5	59,76

V. Diskussion der Ergebnisse

Die Wissenschaft von der Produktion des Fischfleisches ist in einer Hinsicht ein ernährungsphysiologisches Problem, in anderer Hinsicht ist die Fischfleischproduktion und damit die Produktion der natürlichen Fischnahrung ein Problem der pflanzlichen Produktion im Wasser, also ein pflanzenphysiologisches Problem.

(S c h ä p e r c l a u s, 1967, k)

Da in der heutigen Zeit die Teichwirtschaft wie die Landwirtschaft immer mehr intensiviert wird, müssen neue Wege gesucht werden, um die Produktion von Fischfleisch weiter zu erhöhen.

Neben den bisher in der Teichwirtschaft üblichen Düngearten wird den Spurenelementdüngern mehr und mehr Beachtung geschenkt.

Da in der Teichwirtschaft oft andere Gesetze gelten als in der Landwirtschaft, können nicht immer Vergleiche gezogen werden.

Was die Düngung mit Spurenelementen angeht, so fehlt in der Teichwirtschaft die große Anzahl von Versuchen, wie sie in der Landwirtschaft leicht durchgeführt werden können.

Durch die Teichdüngung sollen der Nährstoffgehalt des Wassers und das Nährstoffnachlieferungsvermögen des Teichbodens verbessert werden.

Es besteht kein Zweifel, daß die mit Superphosphat und Ammonsulfat gedüngten Teichgruppen III und IV ein weitaus besseres Ergebnis hinsichtlich der Zooplanktonmenge zeigen, als die nur mit

Superphosphat gedüngten Teichgruppen I und II (siehe graph. Darstellung).

Das oben Gesagte bezieht sich auf alle in den Versuchsteichen vorkommenden Planktonkrebstierarten.

Bedenkt man, daß die besagten Teichgruppen III und IV nach Ansicht F i s c h e r s (1931) im Bodenkomplex II der Wielenbacher Versuchsteiche liegen und die Güte des Bodens hier mit "gering" veranschlagt ist, so kann es sogar sein, daß das Ergebnis noch höher zu werten ist.

Vergleicht man die Karpfenzuwachsrates sämtlicher Teiche, so zeigt sich ein ähnliches Bild.

Einen großen Unterschied hinsichtlich des Zuwachses sehen wir zwischen Teich 93 und Teich 94, nämlich einen solchen zwischen 36,76 kg und 53,53 kg.

Auch das ist ein vielleicht hoch einzuschätzendes Ergebnis, falls die Worte F i s c h e r s (1931) in Bezug auf die Bodenverhältnisse der Wielenbacher Versuchsteiche nach so vielen Jahren noch ihre Gültigkeit haben.

Was die Wirkung des zu prüfenden Spurenelementdüngers Algomin angeht, so sehen wir bei Teichgruppe II keine zusätzliche Wirkung dieses Düngers auf die mit Superphosphat gedüngten Teiche.

Die Menge des Zooplanktons, bezogen auf 1 cbm Wasser, ist eher als rückläufig zu bezeichnen im Vergleich zur Teichgruppe I.

Vielleicht ist hier eine Überdosierung mit Spurenelementen eingetreten, vor der viele Autoren warnen.

Da Superphosphat auch Spurenelemente enthält, wäre es möglich, daß, zumindest bei dieser Düngierzusammensetzung, eine nochmalige Spurenelementgabe fehlt am Platze ist.

Was die Alginwirkung auf das Zooplankton der Teichgruppe IV betrifft, so zeigte sich hier ein wesentlich anderes Bild.

Ist schon bei Teichgruppe III, also der Gruppe, die außer Superphosphat noch Ammonsulfat erhielt, ein großer Unterschied hinsichtlich der Zooplanktonmenge je cbm Wasser zu erkennen (H e r z o g und H e t e s a, 1969 und M u l l e r, 1969), so wird bei der zusätzlich mit Algin gedüngten Teichgruppe IV diese Tatsache in noch größerem Maße bestätigt.

Teich 96 zum Beispiel hat die größte Anzahl von Ceriodaphnien und Rotatorien pro cbm Teichwasser aller Versuchsteiche.

Teich 97 hat von allen Versuchsteichen die größte Menge *Daphnia longispina* und die größte Menge *Cyclops spec.* je cbm Teichwasser.

Nur die Mengen von *Diaptomus spec.* und *Bosmina spec.* liegen etwas unter den Werten von Teichgruppe III.

V e t t e r und T e i c h m a n n (1968) gaben an, daß Kupfer in der Kombination mit erhöhten Stickstoffgaben eine besonders gute Wirkung habe.

Es sieht so aus, als sei das in unserem Falle bestätigt worden.

Die größte Karpfenzuwachsrates findet sich im Teich 97 mit 59,76 kg.

Auch die K_1 haben hier ihr größtes Durchschnittsgewicht, nämlich 42,5 g.

Da im Teich 96 zwar der zweitgrößte Karpfenzuwachs aller Teiche, nämlich 56,85 kg, vorliegt, die K_1 aber nur ein Durchschnittsgewicht von 33,6 g aufweisen, was keinen besonderen Unterschied zu Teich 94 (33 g) und Teich 95 (34 g) bedeutet, so scheint sich zu erweisen, daß, wie S a a d i (1965) für Laich- und Vorstreckteiche angibt, die K_1 auch in Streckteichen am besten wachsen, wenn sie große Planktoncrustaceen fressen.

Nach S c h ä p e r c l a u s (1967, 1) läßt sich folgende Reihe der Zooplankter vom kleinsten zum größten aufstellen (bezogen auf die in Wielenbach gefundenen Arten):

Rotatorien ---- Bosmina ---- Diaphanosoma ----
Ceriodaphnia ---- Copepoden ---- Daphnia longispina.

Er sagt außerdem, daß *Daphnia longispina* die häufigste und wirtschaftlich wichtigste Daphnie der Karpfenteiche ist.

Teich 97, der die meisten *Daphnia longispina* und *Cyclops spec.* je cbm Teichwasser aufweist, besitzt also auch die meisten großen Planktoncrustaceen dieser Versuchsreihe und nach S a a d i (1965) das Privileg für das beste Gedeihen der K_1 , was bestätigt werden konnte.

Die Sonderstellung von Teich 90 muß erwähnt werden, da er stark mit Laichkraut bewachsen war und seine Zooplanktonmenge immer (außer bei *Diaptomus spec.* und den Rotatorien) mindestens zur Hälfte unter der von Teich 91 lag.

Außerdem kommen die Populationsspitzen der einzelnen Zooplanktonarten bei diesem Teich meistens eine Woche später als diejenigen der anderen Versuchsteiche.

Seine Karpfenzuwachsrates ist die geringste mit 36,34 kg und auch das Durchschnittsgewicht der K_1 ist mit 21,9 g das kleinste aller Versuchsteiche.

Teich 91, der genauso gedüngt wurde (Superphosphat), hat eine Zuwachsrates von 43,52 kg und ein Durchschnittskarpfengewicht von 24 g.

Hingegen ist der Unterschied zur Teichgruppe II ein geringer. (gedüngt mit Superphosphat und Algomin)

Teich 92: Zuwachs 38,02 kg, Durchschn.gew. 24 g

Teich 93: Zuwachs 36,76 kg, Durchschn.gew. 23 g

Der Gedanke liegt nahe, daß Teich 90 ohne Laichkrautbewuchs ein ähnliches Ergebnis wie Teich 91 aufgewiesen hätte, womit der Unterschied zur Teichgruppe II noch eindeutiger gewesen wäre.

In dieser Versuchsreihe hat sich also ergeben, daß Algomin nur in Verbindung mit Stickstoffgaben ein positives Ergebnis in Bezug auf die Karpfenzuwachsrates und die Zooplanktonmenge je cbm Teichwasser zeigt.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß sich die Ostracoden mehr in der Nähe des Teichbodens aufhalten müssen, was auch Z i e g e l m e i e r (1938) angibt, da sie bis zu 5% im Darminhalt, aber fast nie in den Teichplanktonproben des Pelagials gefunden wurden.

In Bezug auf die Karmex-Behandlung der Teiche kann gesagt werden, daß sich in dieser Versuchsreihe keine nachteiligen Wirkungen ergeben haben dürften, die durch das Abtöten des pflanzlichen Planktons in oberen Gewässerschichten eintreten können, wie das B u n g e n b e r g (1968), B a n k (1969) und L u k o w i c z (1970) erwähnen.

Allerdings gab es bei dieser Versuchsanordnung keine Kontrollteiche ohne Karmex-Behandlung.

Aus eigener Erfahrung sagt aber B u n g e n b e r g (1968) auch, daß in mit Wasserpest bewachsenen Kontrollteichen der Zuwachs schon um 14% geringer war als in mit 0,1 mg/l Diuron behandelten Versuchsteichen.

Weiter spricht er von der sehr guten Düngewirkung in den mit Diuron behandelten Teichen.

Man kann annehmen, daß auch bei den hiesigen Versuchen die positiven Einflüsse der Karmex-(Diuron)-Behandlung die negativen weit übertrafen.

Wie die graphische Darstellung auf S. 39 zeigt, hatten die K_1 mit zunehmendem Körpergewicht weniger Zooplankton im Darminhalt.

Diejenigen K_1 , die Ende August schon vereinzelt ein Körpergewicht von 40 g aufwiesen, hatten ebenso bis zu 40% Plankton im Darminhalt wie solche K_1 von 40 g Körpergewicht, die am Abfischungstag Anfang November untersucht wurden.

Dies scheint ein signifikanter Beweis dafür zu sein, daß die schwereren K_1 besser in der Lage sind, den Teichboden aufzuwühlen und in größerem Umfang Chironomidenlarven, Reste höherer Pflanzen etc. zu sich zu nehmen, während die leichteren K_1 weitgehend auf das Zooplanktonangebot des Pelagials angewiesen sind, sei es August oder Oktober.

Dazu schreibt S a a d i (1965), daß die K_1 bei reichlichem Planktonangebot im allgemeinen 90% Planktonkrestiere fressen, während der Darminhalt nur bei geringem Planktonangebot 50% Chironomidenlarven enthalte. Allerdings gibt er kein Körpergewicht an.

VI. Zusammenfassung

Im Sommer und Herbst 1970 wurde in der Teichwirtschaftlichen Abteilung Wielenbach der Bayerischen Biologischen Versuchsanstalt München die Wirkung des Spurenelementdüngers *Algomin* auf das Wachstum des Zooplanktons und die Karpfenzuwachsrate in Karpfenbrutstreckteichen untersucht.

1. Aus 8 Teichen à 2000 m², einer Durchschnittstiefe von 0,50 m und einem Karpfenbesatz von 2000 KvS (Spiegelkarpfenvorstreckbrut) wurden 15 Wochen lang, wöchentlich ein Mal zu einer bestimmten Zeit, Zooplankton-Netzproben entnommen. Gleichzeitig wurden die Temperaturen des Wassers und der Luft gemessen.

2. Die Versuchsteiche wurden am 21. 7. 1970 mit verschiedenen Düngersorten gedüngt, und zwar:

Teichgruppe I

Teich 90 und 91: Superphosphat (39 kg)

Teichgruppe II

Teich 92 und 93: Superphosphat (39 kg) +
Algomin (80 kg)

Teichgruppe III

Teich 94 und 95: Superphosphat (39 kg) +
Ammonsulfat (40 kg)

Teichgruppe IV

Teich 96 und 97: Superphosphat (39 kg) +
Ammonsulfat (40 kg) +
Algomin (80 kg)

Alle Teiche erhielten zusätzlich 100 g Karmex (Diuron) zur Bekämpfung der Unterwasserpflanzen.

3. Parallel zu den Zooplanktonproben wurden in durchsichtigen Plexiglas-Fischfallen Karpfen gefangen, von denen pro Woche und pro Teich jeweils 3 Stück auf den Zooplanktoninhalt ihres Darmes untersucht wurden.

4. Die Populationsspitzen der Teichzooplanktonarten des Pelagials stimmten nicht mit den Temperaturspitzen von Luft und Wasser überein.

Ebensowenig hat sich erwiesen, daß die zahlenmäßig größte Menge einer Zooplanktonart im Fischdarm mit der Populationsspitze derselben Art und zur selben Zeit im Fischteich übereinstimmt.

5. Die mit Superphosphat und Ammonsulfat gedüngten Teichgruppen III und IV zeigten ein besseres Ergebnis als die nur mit Superphosphat gedüngten Teiche in Bezug auf die Zooplanktonmenge pro cbm Teichwasser und in Bezug auf die Karpfenzuwachsrates.

6. Das beste Ergebnis zeigte die Teichgruppe IV, die außer Superphosphat und Ammonsulfat zusätzlich A l g o m i n erhalten hatte.

7. Die Teichgruppe II brachte das schlechteste Ergebnis in Bezug auf Zuwachsrates und Planktonkrebstiermengen je cbm Teichwasser, wenn man berücksichtigt, daß Teich 90 seines Laichkrautbewuchses wegen nicht als signifikanter Vergleich herangezogen werden kann.

8. Mit zunehmendem Körpergewicht enthielt der Darminhalt der K₁ weniger Zooplankton.

Bei den Karpfen von 10 - 30 g Körpergewicht enthielt er im allgemeinen 85% Zooplankton, während die Karpfen von 30 - 38 g Körpergewicht im allgemeinen 65% Zooplankton im Darminhalt hatten und bei den Karpfen von 38 - 50 g Körpergewicht derselbe im allgemeinen 40% Zooplankton enthielt, wobei es keine Rolle spielte, in welchem Versuchsmonat die Karpfen gefangen wurden.

9. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Spurenelementdünger A l g o m i n in dieser Versuchsreihe nur dann eine positive Wirkung zeigte, wenn er in Verbindung mit Superphosphat u n d Ammonsulfat den Teichen zugeführt wurde.

S u m m a r y

The effect of Alga-Fertilizer Algomin on the increase of zooplankton and the increase rate of carps in first year of their life was studied at the Research Institute of Wielenbach during summer and autumn of 1970.

1. During 15 weeks, once a week, zooplankton-net-samples were taken from 8 carp-ponds.

The temperatures of water and air were observed too.

2. Different kinds of fertilizers were put in the ponds:

Ponds 90 + 91 : Superphosphate (39 kg)

Ponds 92 + 93 : Superphosphate (39 kg) +
Algomin (80 kg)

Ponds 94 + 95 : Superphosphate (39 kg) +
Ammoniacal Sulphate (40 kg)

Ponds 96 + 97 : Superphosphate (39 kg) +
Ammoniacal Sulphate (40 kg) +
Algomin (80 kg)

All ponds were treated with 100 g Karmex (Diuron) for having no under-water-plants.

3. At the same time every week carps were caught and their intestines were investigated for zooplankton.

4. The more the carps increased, the less zooplankton their intestines contained.

5. It can be said comprehensive, that the Alga-Fertilizer Algomin during these series of experiments was only effective in combination with Superphosphate a n d Ammoniacal Sulphate.

VII. L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

Apstein und

Zacharias : zit. v. Schwoerbel, J. in:
Methoden der Planktonforschung.
Franckh'sche Verlagshandlung
Stuttgart, 1966

Bank, O. : Superphosphat in der Teichwirtschaft.
Der Fischbauer
14 (170): 685-686, 1963

Bank, O. : Düngungsfragen.
Österr. Fischerei
20 (11/12): 165-172, 1967

Bank, O. : Die Anwendung von Diuron in der
Teichwirtschaft.
Der Fischbauer 20 (12): 10-59, 1969

Barthelmes, D. : Einige Prinzipien der Nahrntierbe-
siedlung von Karpfenteichen bei
steigender Wirtschaftsintensität.
Dtsch. Fischereiztg.
12 (9): 262-264, 1965

Barthelmes, D. : Schätzung der Naturnahrungsverhält-
nisse im Karpfenteich als Grundlage
zur Verbesserung der Kondition der
Karpfen und zur Steigerung der
Erträge.
Dtsch. Fischereiztg.
14 (11): 330-343, 1967

- Barthelmes, D. : Zur Entnahme von Planktonproben aus
Flachgewässern mit Hilfe von Röhren.
Dtsch. Fischereiztg.
13 (11): 337-340, 1966
- Bungenberg, J. : Über die Anwendung von Diuron in
der holländischen Teichwirtschaft.
Der Fischwirt 18 (2): 29-36, 1968
- Davis, E. und
Warren, L. E. : Estimation of food consumption rates.
nach Ricker, W. E. : Methods for
assessment of fish production in
fresh waters.
IBP Handbook Nr. 3, 204-225, 1968
- Dickens, E. und Radmacher, W. : Neuere Untersuchungsergebnisse über
Spurenelemente in Thomasphosphat und
Hüttenkalk.
Sonderdr. aus: Die Phosphorsäure
15 (4): 251-260, 1955
- Edmondson, W. T.: The rate of egg production by rotifers
and copepods in natural populations as
controlled by food and temperature.
Verh. Internat. Verein. Limnol.
XV: 673-675, 1964
- Einsele, U. : Über einige Auswirkungen der Eutro-
phierung des Bodensee-Obersees auf
seine planktisch lebenden Copepoden-
populationen.
Schweizer. Ztschr. f. Hydrol.
29 (2): 305-311, 1967

- Fischer, H. : Die teichwirtschaftliche Behandlung
des Bodens. S. 301-302
Sonderdr. aus: Hdb. d. Bodenlehre
Verl. J. Springer, Berlin, 1931
- Hall, D. : The dynamics of natural population
of Daphnia.
Verh. Internat. Verein. Limnol.
XV: 660-664, 1964
- Herbst, H. V. : Untersuchungen zur quantitativen
Verteilung des Zooplanktons.
Verh. Internat. Verein. Limnol.
XIV: 927-932, 1961
- Herbst, H. V. : Blattfußkrebse.
Franckh'sche Verlagshandlung
Stuttgart, 1962
- Herzog, R. und
Hetesá, J. : Primäre Planktonproduktion als
Kennwert der Effektivität der Düngung
von Teichen.
PRACE VÝZKUMNEHO ÚSTAVU RYBÁRSKEHO
A HYDROBIOLOGICKEHO VODNANY
8: 23-24, 1968
- Hofer, B. : Die Wielenbacher Methode der stick-
stofflosen Teichdüngung.
Allg. Fischereiztg.
41 (5): 79-83, 1916
- Hofmann, J. : Der Teichwirt.
Verl. Paul Parey, Berlin/Hamburg, 1967

- Johnson, W. E. : Quantitative aspects of the pelagic, entomostracan zooplankton of a multi-basin lake system over a 6-year-period. Verh. Intern. Verein. Limnol. XV: 727-734, 1964
- Kangas, J. : On the horizontal distribution of some plankton species in a small eutrophic lake. Verh. Intern. Verein. Limnol. XV: 745, 1964
- Kriegsmann, F. : Jungfischauzucht mit Zooplankton. Der Fischwirt 20 (8): 184-188, 1970
- Krzeczkowska, L.: Beiträge zur Kenntnis des Planktons in Fischteichen. Acta Hydrobiol. 3 (2-3): 69-90, 1961
- Langhans, V. : Planktonorganismen als Indikatoren zur Beurteilung von Karpfenteichen. Ztschr. f. Fischerei 34: 385-433, 1936
- Liebmann, H. : Hdb. d. Frischwasser- und Abwasserbiologie. Bd. I, 2. Aufl., S. 16-18 Verl. Oldenbourg, München, 1962
- Lieder, U. : Über Spurenelemente in den Binnengewässern und ihre Bedeutung für die Binnenfischerei. Dtsch. Fischereiztg. 10 (4): 107-109, 1963
- Lillelund, J. : zit. v. Kriegsmann, F. in: Jungfischauzucht mit Zooplankton. Der Fischwirt 20 (8): 184-188, 1970

- Lukowicz, M. : Düngungsversuche mit dem Spurenelementdünger Excello auf verschiedenen Teichböden des Aischgrundes.
Der Fischwirt 19 (10): 224-227, 1969
- Lukowicz, M. : Über die Anwendung von Karmex in der Teichwirtschaft.
Österr. Fischerei 23 (8/9): 173-176, 1970
- Mathisen, O. : Determination of plankton biomass in Rongelap Atoll, Marshall Islands, by the use of a Multi-Net Plankton Pump.
Verh. Internat. Verein. Limnol. XV: 735-744, 1964
- Meijering, M. : Süßwassercladoceren unter dem Einfluß maritimer Sturmfluten.
Arch. f. Hydrobiol. 67 (1): 1-31, 1970
- Merla, G. : Untersuchungen über die Nutzung natürlicher Nahrung in Karpfenteichen.
Allg. Fischereiztg. 13 (6): 153-159, 1966
- Merla, G. : Verfügen wir mit Nährtierangaben zur Zeit noch über eine geeignete Methode zur Ermittlung der Teichertragsfähigkeit?
Dtsch. Fischereiztg. 16 (7): 204-212, 1969

- Mittelholzer, E. : Populationsdynamik und Produktion
des Zooplanktons im Greifensee und
im Vierwaldstättersee.
Schweizer. Ztschr. f. Hydrol.
32 (1): 90-150, 1969
- Müller, W. : Anleitung zur kombinierten Stick-
stoff-Phosphat-Düngung für die
Teichwirtschaft.
Dtsch. Fischereiztg.
16 (4): 118-121, 1969
- Probst, E. : Teichdüngung: Die Bedeutung des
Phosphors.
Allg. Fischereiztg.
75 (9): 221-225, 1950
- Saadi, A. W. : Ernährung und Wachstum des Karpfens
im ersten Lebensjahr.
Arch. f. Hydrobiol. 61 (1): 1-62, 1965
- Schäperclaus, W. : Lehrbuch der Teichwirtschaft.
Verl. Paul Parey, Berlin/Hamburg, 1960
- Schäperclaus, W. : Das Verhältnis von Nahrungszuwachs zu
Futterzuwachs in Karpfenabwachsteichen.
Ztschr. f. Fischerei 11: 265-300,
1962/1963
- Schäperclaus, W. : Ergebnisse eines Fütterungsversuchs
mit Kobaltchlorid bei Karpfen und
über die Bedeutung der Spurenelemente
in der Teichwirtschaft im Allgemeinen.
Dtsch. Fischereiztg. 11 (2): 33-39,
1964

- Schäperclaus, W.: Versuche mit der Verfütterung von Spurenelementen an Karpfen.
Dtsch. Fischereiztg. 12 (6): 161-163, 1965
- Schäperclaus, W.: Steigerung der Karpfen-Erträge in Teichen durch Stickstoff-Düngung.
Dtsch. Fischereiztg. 13 (1): 6-14, 1965,
Dtsch. Fischereiztg. 14 (4): 116-122, 1966
- Schäperclaus, W.: Lehrbuch der Teichwirtschaft.
Verl. Paul Parey, Berlin/Hamburg, 1967
a) S. 259; b) S. 261; c) S. 125;
d) S. 331/332; e) S. 344; f) S. 103;
g) S. 357; h) S. 352; i) S. 126;
j) S. 5; k) S. 1; l) S. 127;
- Scharrer, K. : Die Bedeutung von Magnesium, Titan und Vanadium im Thomasphosphat für die praktische Düngung.
Aus: Die Phosphorsäure; Bd. 10, Folge 1, 1941
- Scheithauer, E. : Ein Beitrag zur Populationsdynamik von *Daphnia magna*.
Arch. f. Hydrobiol. 61 (4): 405-431, 1966
- Schwoerbel, J. : Methoden der Planktonforschung.
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1966
- Siebeck, O. : Researches on the behaviour of planktonic crustaceans in the littoral.
Verh. Internat. Verein. Limnol.
XV: 746-751, 1964

- Stegman, K. : Zeszyty Nankowe SGGW-Zootechnika
z. 5, Rybactwo 2, S. 67-92, 1965
- Strempel, K. : Düngungsversuche mit Excello in
meinem Teichwirtschaftsbetrieb.
Der Fischwirt 17 (1): 7-11, 1967,
Der Fischwirt 18 (1): 10-16, 1968,
Der Fischwirt 19 (1): 10-13, 1969
- Suchomerchow, J. Fütterungsversuche mit CoCl_2 an
u. Krymowa, O. : Karpfen.
Der Fischwirt 11: 160, 1961
- Timac-Import : Korall-Algen Algomin- Versuchsberichte.
Handelsvertretung, Karlsruhe, 1969
- Tonolli, V. : Biometry as a means of evaluating
demographic changes in natural popu-
lations of copepods.
Verh. Internat. Verein. Limnol.
XV: 752-757, 1964
- Vaslot, H. : Anwendung von Algenkalk Algomin auf
Grünland.
Korall-Algen Algomin- Versuchsberichte
Handelsvertretung, Karlsruhe, 1969
- Vetter, H. und Feldversuche mit gestaffelten Kupfer-
Teichmann, W. : und Stickstoff-Düngegaben in Weser-Ems.
Sonderdr. aus Ztschr. f. Pflanzenernäh-
rung u. Bodenkunde
121 (2): 97-111, 1968

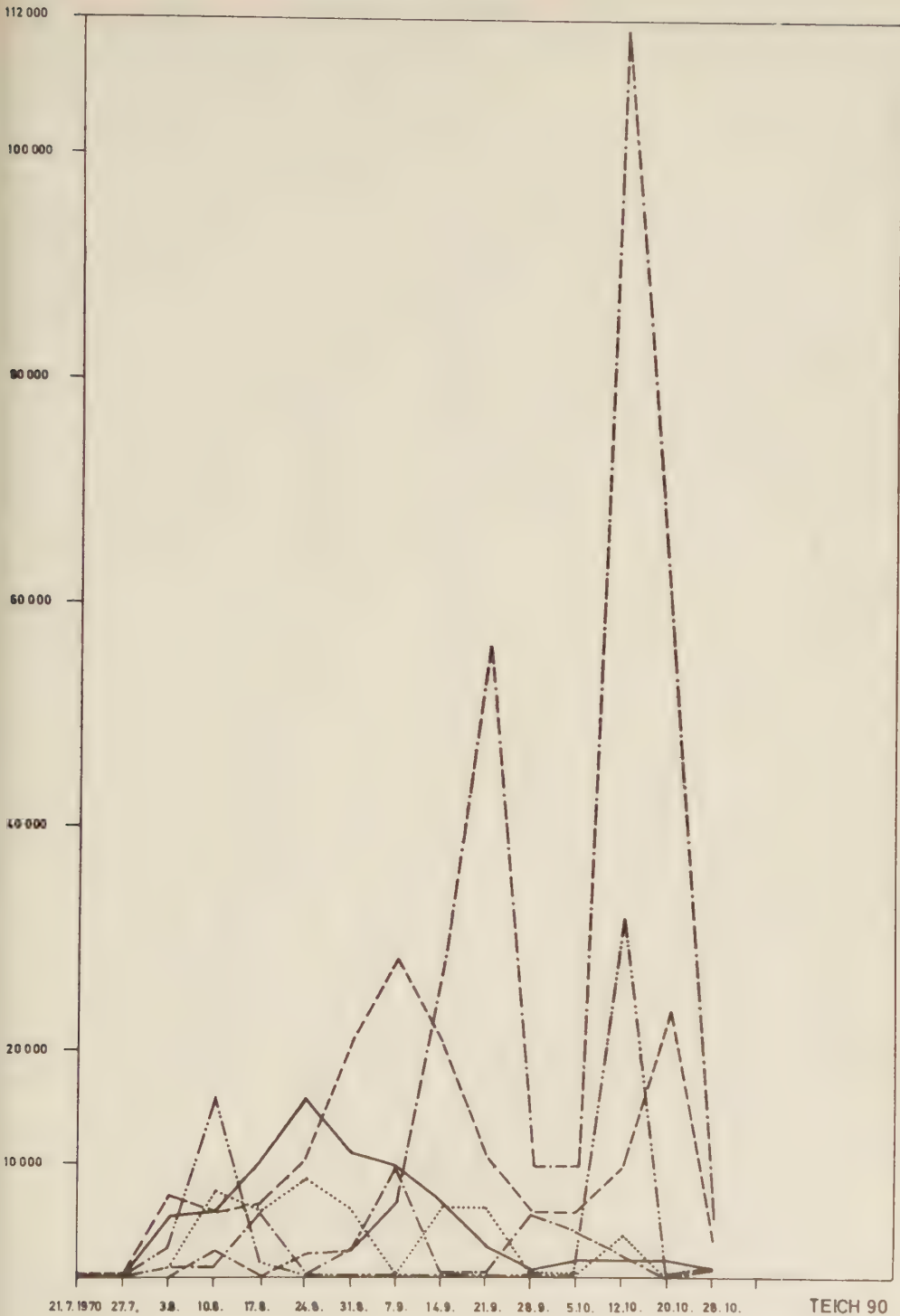
- Walter, E. : Eine praktisch verwertbare Methode zur quantitativen Bestimmung des Teichplanktons.
Dtsch. Fischereiztg., 1912
- Walter, E. : Die Sedimentbildung in Teichen.
nach Fischer, H. : Die teichwirtschaftliche Behandlung des Bodens.
Hdb. d. Bodenlehre, S. 301
Verl. J. Springer, Berlin, 1931
- Windell, J. T. : Food analyses and rate of digestion.
nach Ricker, W. E. : Methods for assessment of fish production in fresh waters.
IBP Handbook No. 3: 197-226, 1968
- Wulfert, K. : Rädertiere.
Verl. Ziemsen, Wittenberg, 1969
- Ziegelmeier, E. : Das tierische Teichplankton, die Untersuchungsmethoden der mengenmäßigen Verteilung während der Zeit des Bespannung und die daraus folgende Beurteilung des Teichplanktons.
Fischereiztg.
41 (45): 529-531, 1938
41 (46): 544-547, 1938

Graphische Darstellung

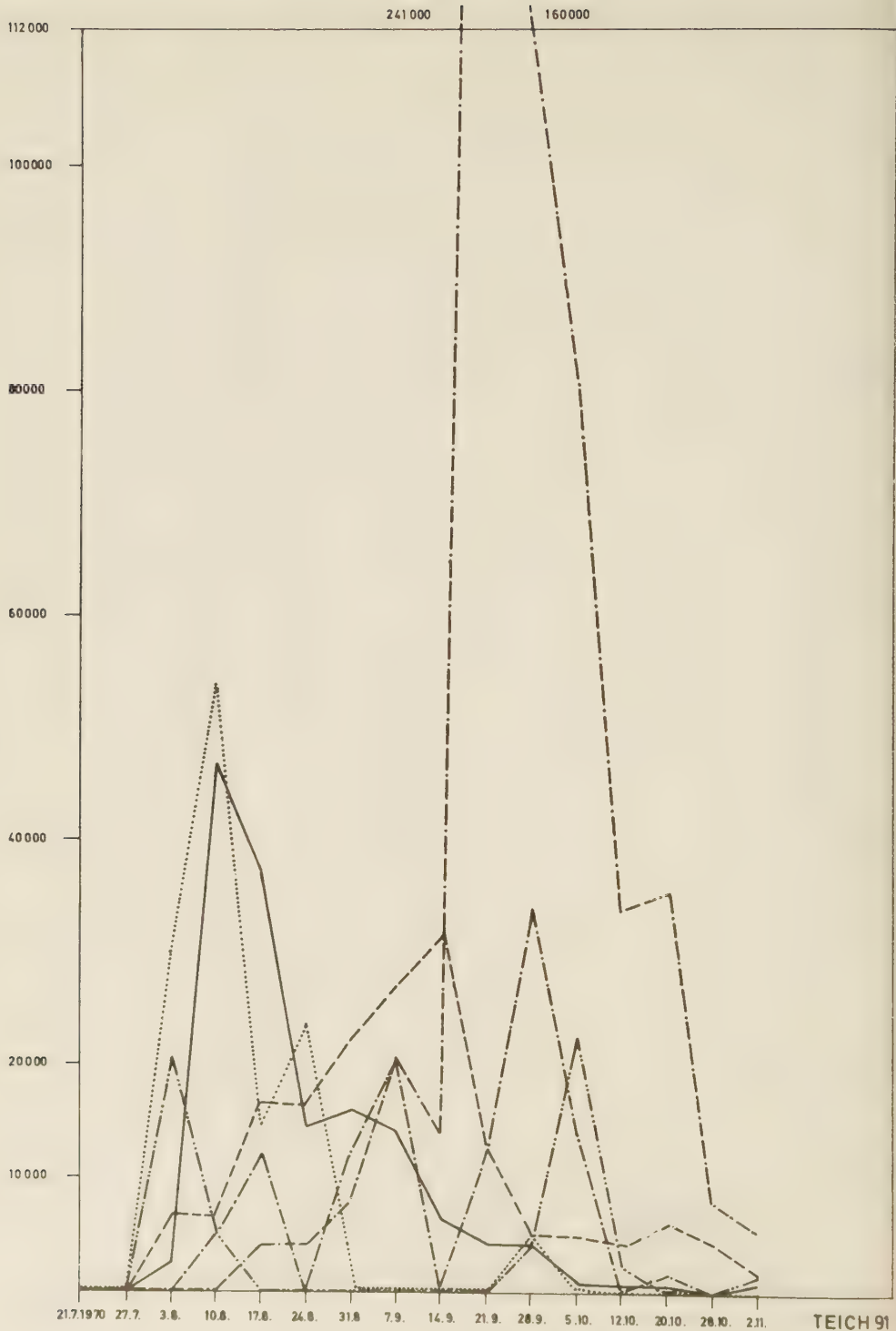
der Teiche 90 - 97

Zeichenerklärung:

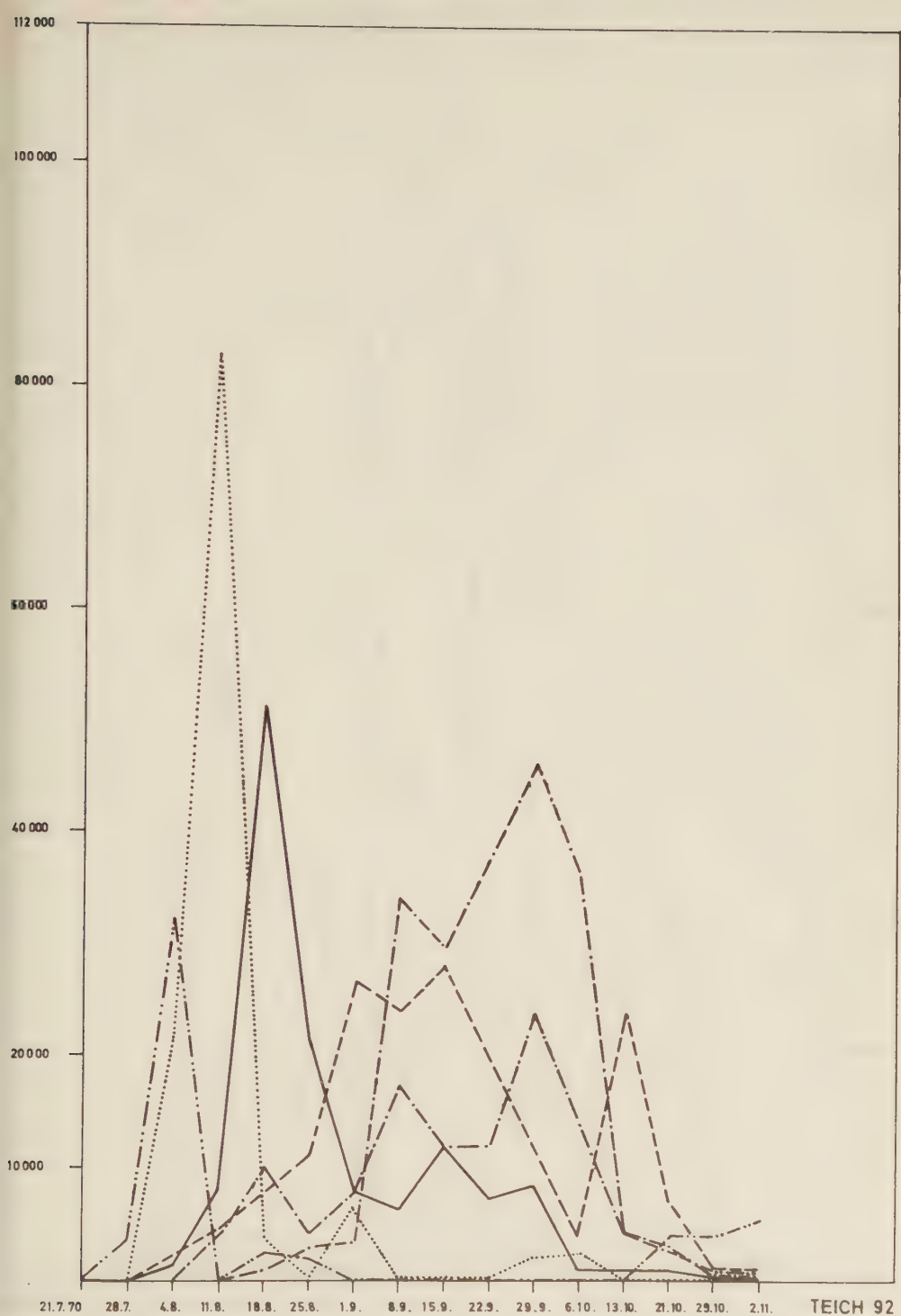
-----	=	Daphnia longispina
-----	=	Diaptomus spec.
-----	=	Cyclops spec.
-----	=	Ceriodaphnia spec.
-----	=	Bosmina spec.
-----	=	Rotatoria



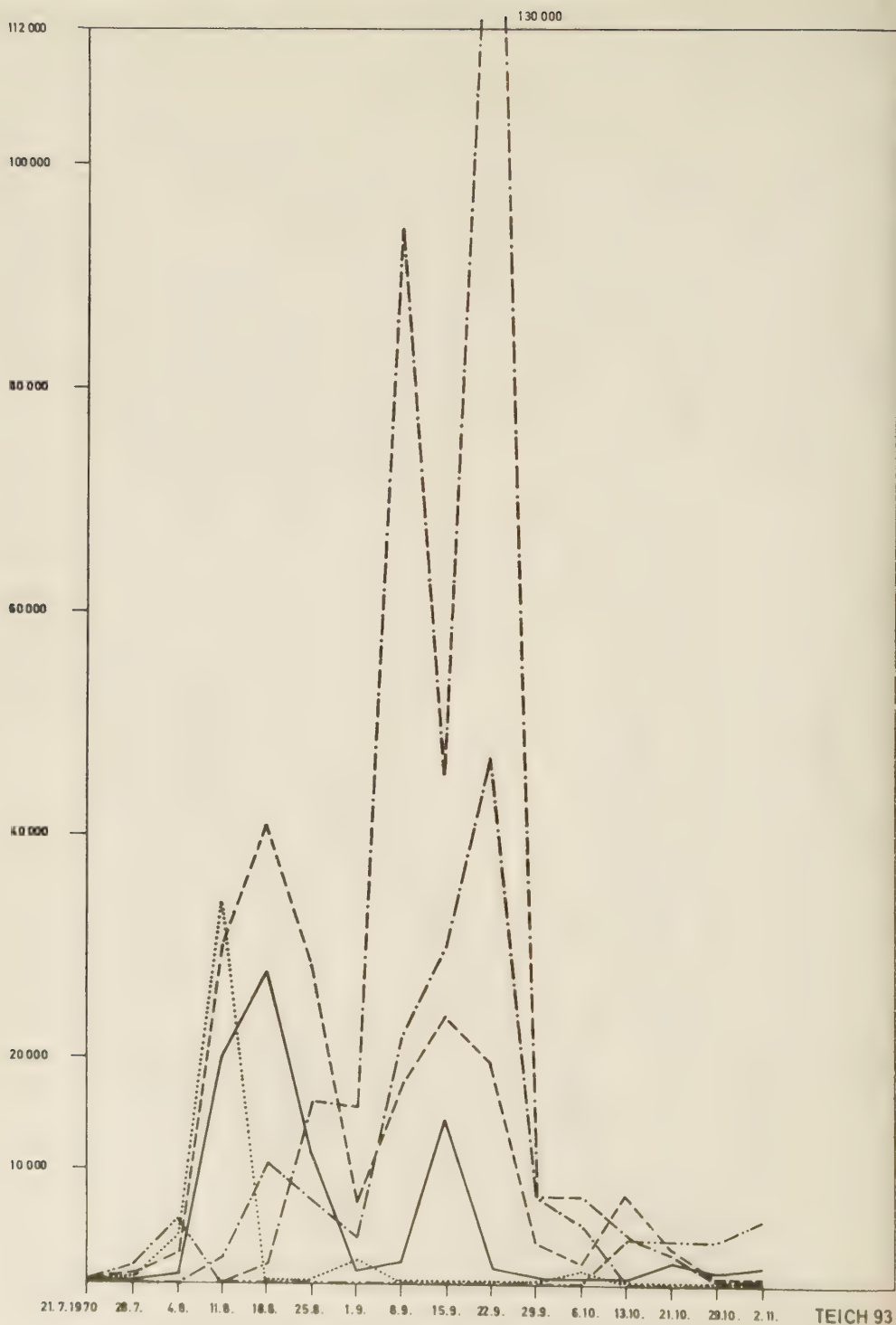
Planktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (39 kg)



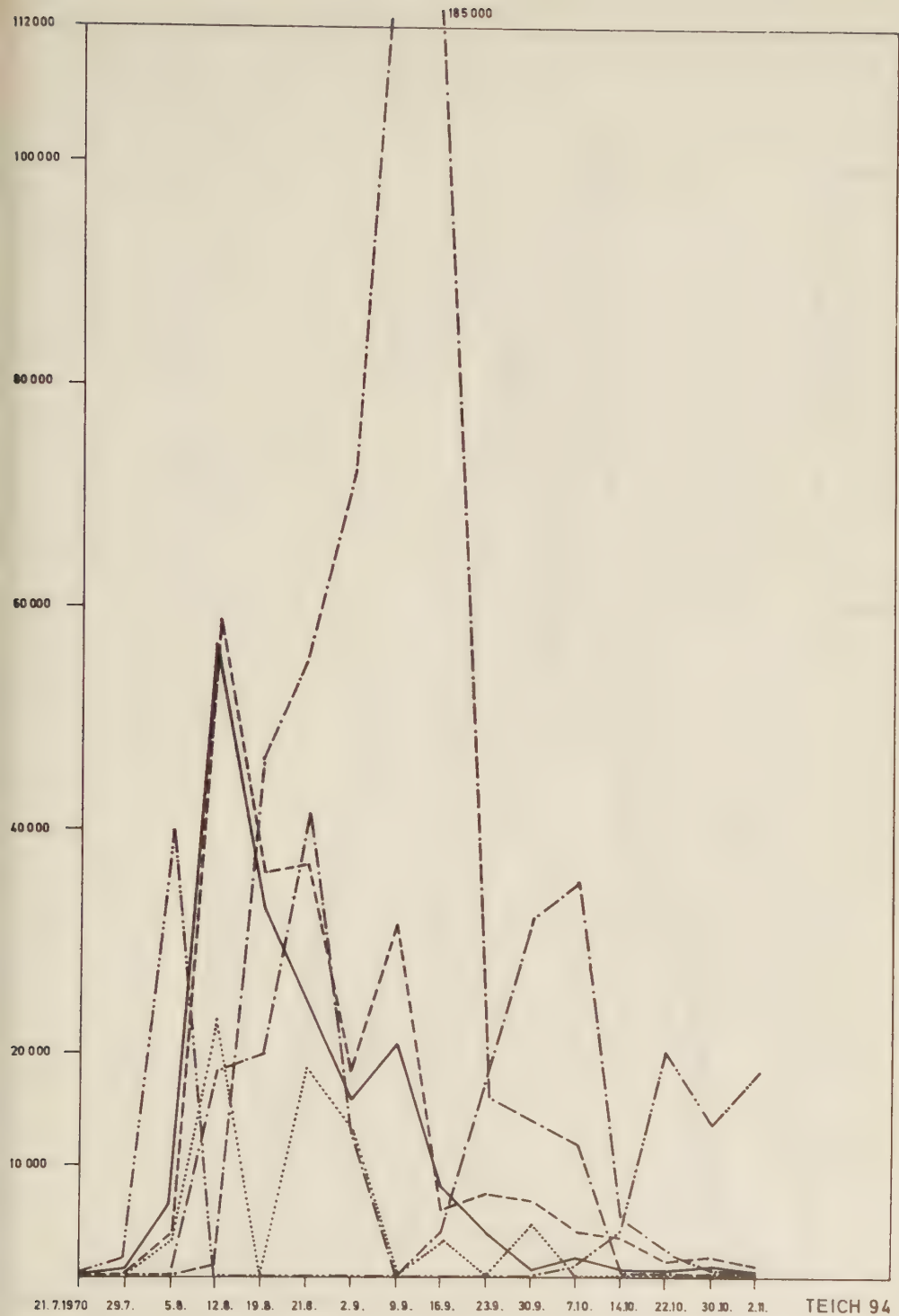
Flanktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (39 kg)



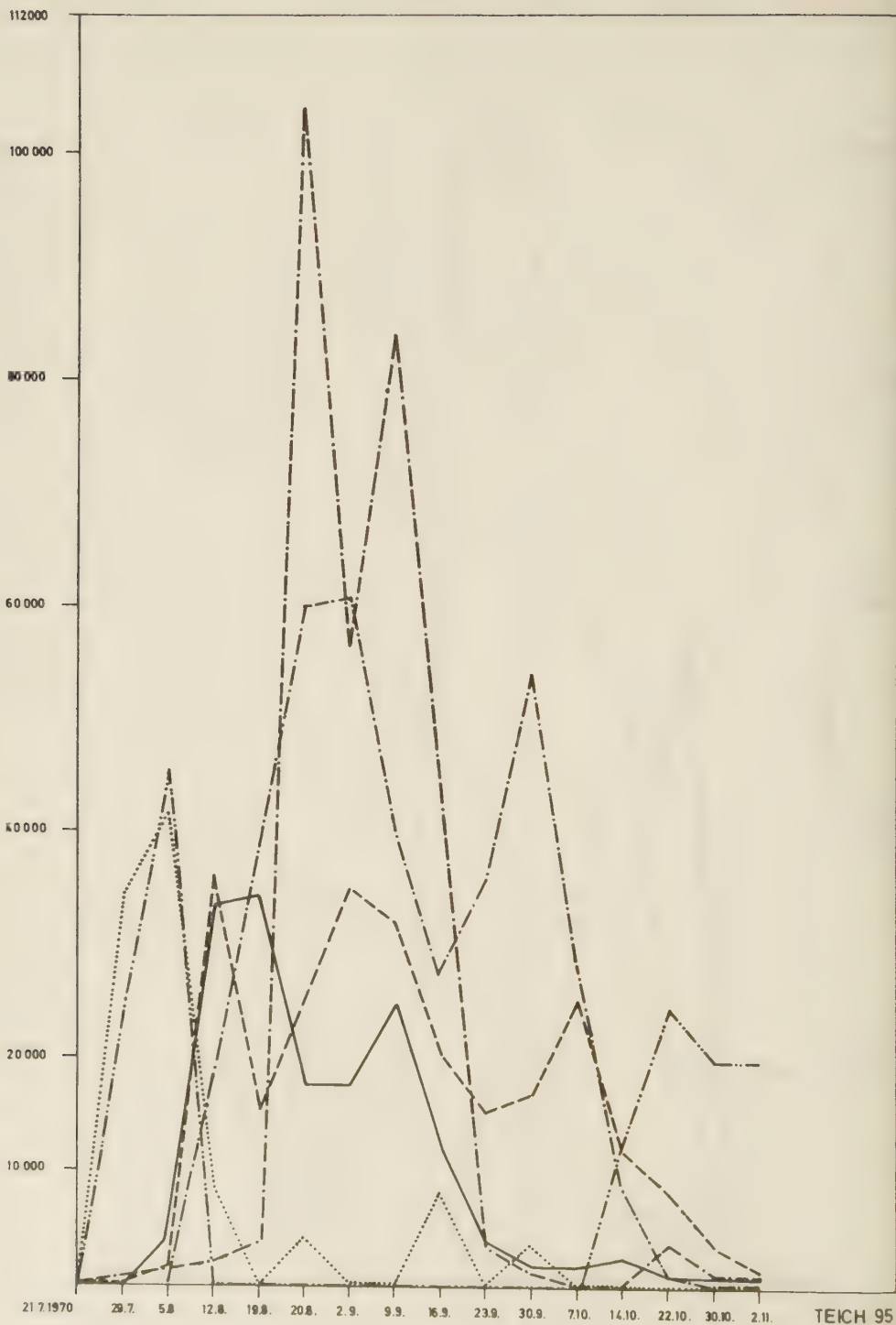
Planktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (39 kg)+
Algomin (80 kg)



Planktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (59 kg) +
Algomin (80 kg)

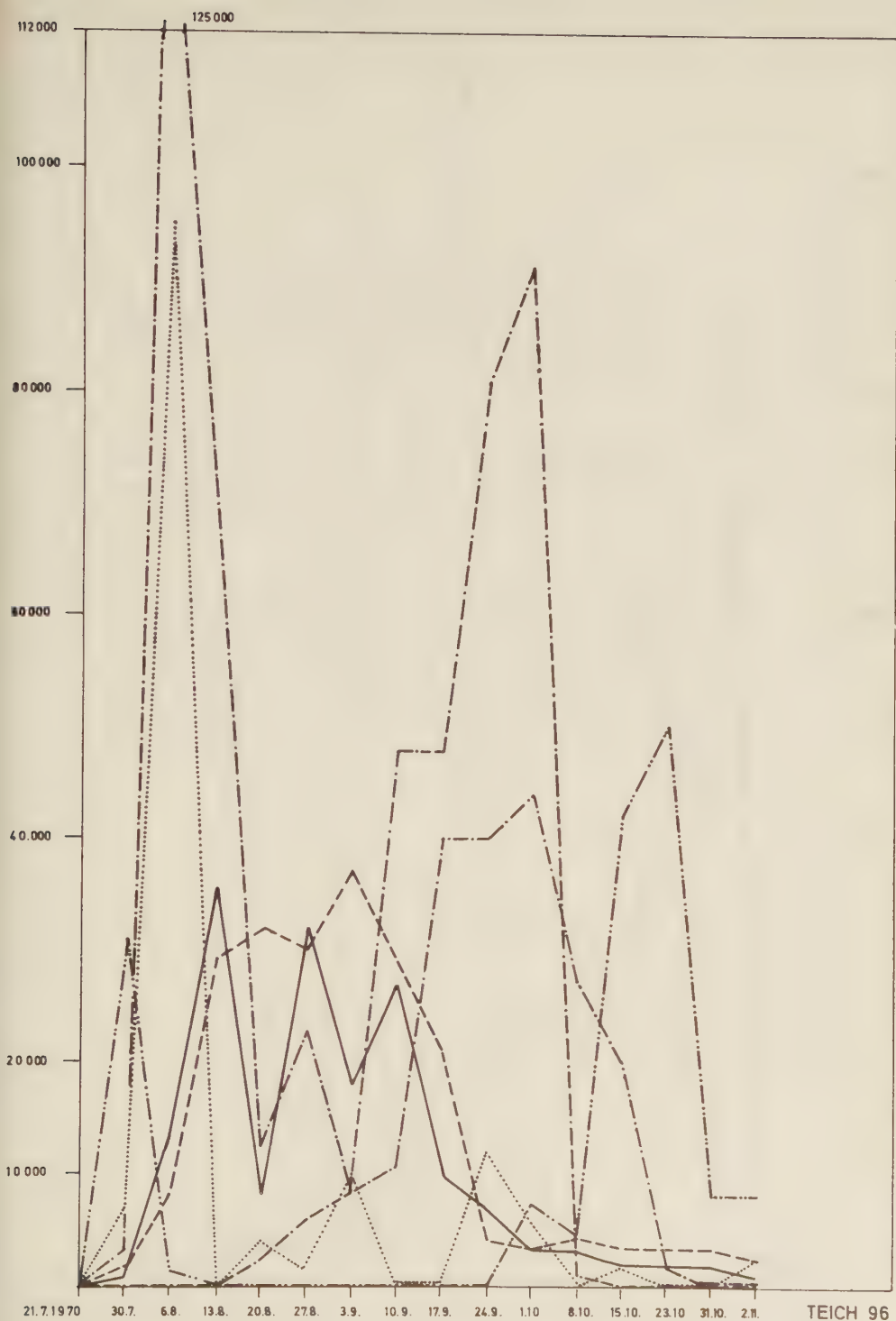


Planktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (39 kg)+
Ammonsulfat (40 kg)



TEICH 95

Planktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (39 kg) + Ammonsulfat (40 kg)



Planktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (39 kg)+
Ammonsulfat (40 kg)+ Algomin (80 kg)

112 000

100 000

90 000

60 000

40 000

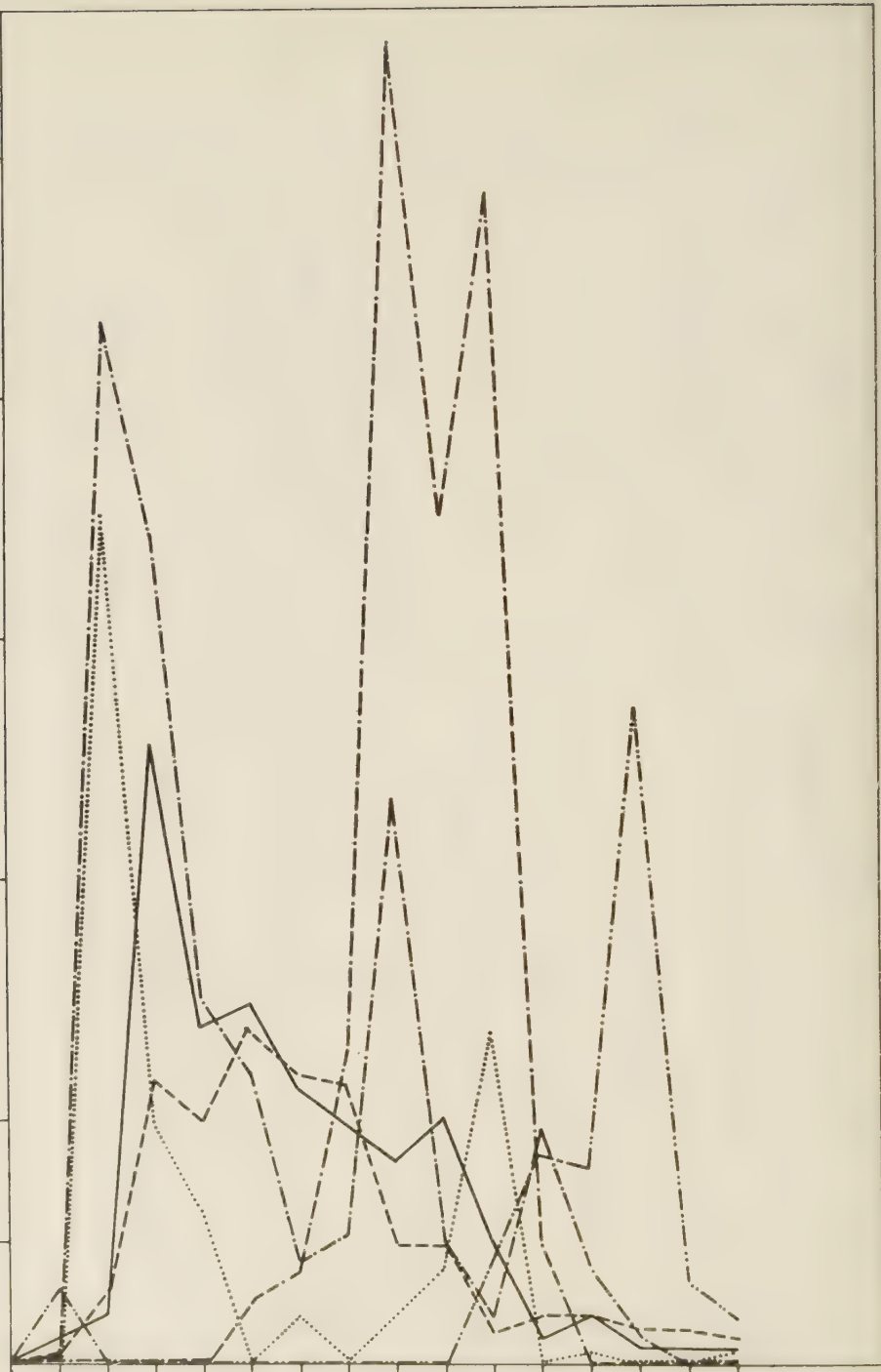
20 000

10 000

21.7.1970 30.7. 6.8. 13.8. 20.8. 27.8. 7.9. 10.9. 17.9. 24.9. 1.10. 8.10. 15.10. 23.10. 31.10. 2.11.

TEICH 97

Planktonkrebstiermengen nach Düngung mit Superphosphat (39 kg)+
Ammonsulfat (40 kg)+ Algomin (80 kg)



Zum Schluß möchte ich Herrn Prof. Dr.Dr.h.c.
H. Liebmann herzlich dafür danken, daß er mir
die Anfertigung der Dissertation durch sein
freundliches Entgegenkommen ermöglicht hat.

Herrn Oberkonservator Dr. M. Bohl gilt mein
ganz besonderer Dank für die große Hilfsbe-
reitschaft, die er mir bei der Abfassung mei-
ner Arbeit entgegenbrachte.

Den beiden Fischzuchtmeistern der Teichwirt-
schaftlichen Abteilung Wielenbach und nicht
zuletzt der ganzen Belegschaft meinen Dank
für die vielen Hilfeleistungen, die mir den
praktischen Teil meiner Arbeit sehr erleich-
tert haben.

L e b e n s l a u f

Am 7. 4. 1932 wurde ich als Tochter des
Rb.-Oberinspektors Hans Okrusch und seiner
Ehefrau Hildegard, geb. Montanus, in
Wuppertal-Elberfeld geboren.

Nach vierjähriger Volksschulzeit in Elberfeld
besuchte ich ein Jahr lang das dortige Lyceum
West.

Durch Kriegseinwirkung nach Hausach im Schwarz-
wald verschlagen, fuhr ich von dort aus nach
Offenburg/ Baden, wo ich am Oken-Gymnasium
im Juli 1951 die Reifeprüfung bestand.

Im Wintersemester 1951/52 begann ich das Studium
der Tiermedizin an der Justus-Liebig-Universität
in Gießen. Zwei Semester belegte ich an der
Ludwig-Maximilians-Universität in München.
Mit dem Staatsexamen in Gießen im Juni 1956
beendete ich mein Studium.

Meine Praktikantenzeit leistete ich in Erkheim/
Schwaben bei dem prakt. Tierarzt Dr. H. Burkart
ab und erhielt am 30. September 1959 die Appro-
bation.

Verheiratet bin ich mit dem prakt. Tierarzt
Dr. Hans-J. Mackeldey.

